

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005 年10 月13 日 (13.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/096367 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/60, F27D  
7/02, 7/02, H01L 23/12, H05K 3/34
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005909
- (22) 国際出願日: 2005 年3 月29 日 (29.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2004-099888 2004 年3 月30 日 (30.03.2004) JP  
特願2004-102407 2004 年3 月31 日 (31.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社タムラ製作所 (TAMURA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 Tokyo (JP). 独立行政法人科学技術振興機構 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) [JP/JP]; 〒3320012 埼玉県川口市本町 4-1-8 Saitama (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 白井 大 (SHIRAI, Masaru) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉

1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 小野崎 純一 (ONOZAKI, Junichi) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 齊藤 浩司 (SAITO, Hiroshi) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 坂本 伊佐雄 (SAKAMOTO, Isao) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 古野 雅彦 (FURUNO, Masahiko) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 安藤 晴彦 (ANDO, Haruhiko) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP). 平塚 篤志 (HIRATSUKA, Atsushi) [JP/JP]; 〒1788511 東京都練馬区東大泉 1-19-43 株式会社タムラ製作所内 Tokyo (JP).

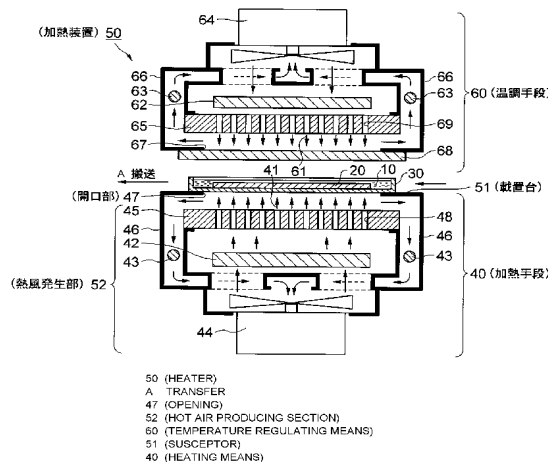
(74) 代理人: 高橋 勇 (TAKAHASHI, Isamu); 〒1010031 東京都千代田区東神田 1 丁目 1 〇 番 7 号 篠田ビル 7 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: HEATER, REFLOW APPARATUS, AND SOLDER BUMP FORMING METHOD AND APPARATUS

(54) 発明の名称: 加熱装置及びリフロー装置, はんだバンプ形成方法及び装置



(57) Abstract: An apparatus characterized by a feature that in a stage on which a substrate or a jig holding a substrate is mounted, an opening closed when the substrate or the jig is mounted is provided and the substrate or the jig is heated by blowing hot air against the lower portion of the substrate or the jig and by a feature that a solder bump is formed on a pad electrode by heating or reflowing a solder composition which is a mixture containing solder particles, a flux component, and a liquid material which is liquid at normal temperature or changing to liquid when heated, and the composition is heated from the substrate side. With the former feature, oxidization of the solder paste on the substrate where no hot air comes and adhesion of particles to the substrate can be prevented, and with the latter feature, solder particles near the pad electrode are melted earlier and wet and spread over the pad electrode, solder particles above and far from the pad electrode are not melted sufficiently, and an effect of reducing the possibility that solder particles join together can be expected.

[続葉有]



WO 2005/096367 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、基板又は基板を保持した治具が搭載される載置台に、前記基板又は前記治具の載置により閉塞される開口部を設け、この開口部を通して前記基板又は前記治具の下側に熱風を当てて加熱する点、及び、基板上の複数のパッド電極にはんだ組成物を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するにあたり、はんだ組成物を、はんだ粒子とフラックス成分を含むとともに常温又は加熱により液状になる液体材料との混合物からなるものを使用し、前記はんだ組成物の加熱は前記基板側から行うようにする点を特徴とした装置に関する。前者の構成により、熱風の回り込まない基板上のはんだペーストの酸化や基板上へのパーティクルの付着を防止でき、また後者の構成により、パッド電極に近いはんだ粒子を先に溶融させてパッド電極に濡れ広げさせると共に、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は十分に溶融せず、はんだ粒子同士で合一する機会を減少させる効果が期待される。

## 明 細 書

### 加熱装置及びリフロー装置、はんだバンプ形成方法及び装置 技術分野

[0001] 本発明は、例えばはんだを加熱するのに最適な加熱装置及び、その加熱装置を利用したリフロー装置に関する。さらに、例えば半導体基板やインターポーザ基板の上に突起状のはんだバンプを形成してFC (flip chip) やBGA (ball grid array) を製造する際に用いられるはんだバンプ形成方法及び装置に関する。

### 背景技術

[0002] 従来の一般的なはんだバンプの形成方法は、スクリーン印刷法やディスペンス法などを用いて基板のパッド電極上にはんだペーストを塗布し、このはんだペーストを加熱してリフローするというものであった。なお、はんだペーストは「クリームはんだ」とも呼ばれる。

[0003] 前記はんだペーストの一例が特許文献1に開示されている。この特許文献1に記載されたはんだペーストは、はんだ粒子を空気中で流動させることにより、はんだ粒子の表面に酸化膜を形成したものである。この強制的に形成した酸化膜は、リフロー時にフラックスの作用に抗して、はんだ粒子同士の合一を抑える働きをするという。そのため、このはんだペーストを基板上にベタ塗りしてリフローすると、パッド電極間ではんだブリッジが発生にくくなるので、パッド電極の高密度化及び微細化に適する、ということである。なお、パッド電極間のはんだブリッジは、はんだ粒子同士が合一して大きな塊となって、隣接するパッド電極の両方に接してしまうために起こる現象である。

[0004] またリフロー工程では、リフロー装置が用いられる。このリフロー装置として、パネルヒータ上に基板を直接載置し、パネルヒータからの熱伝導によって基板を加熱するものが知られている(第一従来例)。しかし、このリフロー装置では、基板の僅かな反りや凹凸によって、基板の熱分布が不均一になるという欠点がある。また、パネルヒータと基板とに間隙を設けて、パネルヒータからの熱輻射によって基板を加熱するリフロー装置が知られている(第二従来例)。しかし、このリフロー装置は加熱力が不足するという欠点がある。これらの第一及び第二従来例の欠点を克服するリフロー装置とし

て、基板に熱風を当てて加熱するものが開発されている(第三従来例、例えば下記特許文献2)。このリフロー装置によれば、熱風吹き出し口と基板とに間隙を設けて、基板の上下から熱風を当てて加熱することにより、基板を均一に加熱でき、しかも十分な加熱力も得られる。

[0005] 特許文献1:特開2000-94179号公報

特許文献2:特開平5-92257号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来のはんだバンプの形成方法には、次のような問題があった。

[0007] 近年の更なる多電極化、高密度化及び微細化に対して、スクリーン印刷法やディスペンス法では対応できなくなりつつある。すなわち、スクリーン印刷法では、メタルマスクの開口を微細化する必要があるので、メタルマスクの機械的強度が低下したり、メタルマスクの開口からはんだペーストが抜け難くなったりする、という問題が生じてきた。ディスペンス法では、多数のパッド電極の上に一つずつはんだペーストを載せていくので、パッド電極が多くなるほど量産には向かなくなる。

[0008] 一方、特許文献1のはんだペーストでは、はんだ粒子の酸化膜の膜厚を、精度良く形成しなければならなかった。なぜなら、厚すぎるとパッド電極にはんだが濡れなくなり、薄すぎるとはんだ粒子同士が合一してしまうからである。しかも、フラックスの状態や種類によってもフラックスの作用が変化するので、これらに合わせて酸化膜の膜厚を精度良く制御する必要があった。一方、適切な膜厚の酸化膜を形成できなければ、パッド電極の高密度化及び微細化を達成できないことになる。したがって、特許文献1のはんだペーストでは、精密なマスクを不要とするベタ塗りが可能になるといっても、近年の高密度化及び微細化の要求に応えることは難しかった。

[0009] また、第三従来例のリフロー装置では、基板上のはんだペーストが酸化することにより、はんだバンプを形成できないことがあった。これは、熱風を使うがゆえに、熱せられた多くの酸素分子がはんだペースト表面に接触するためと考えられる。また微細な電極にはんだバンプを形成する際に熱風を直接吹き付けると、その熱風の影響ではんだバンプの品質が安定しないという欠点があった。また熱風によりパーティクルが

基板に吹き付けられてはんだバンプに付着することもあった。この問題は、基板の下のみから熱風を当てたときも発生する。その理由は、熱風が基板の下から基板の上へ回り込むためである。

- [0010] 本発明の目的は、近年のはんだバンプの高密度化及び微細化の要求に応えることができる、はんだバンプ形成方法及び装置を提供することにある。さらに本発明の目的は、熱風を用いて加熱しても、はんだペーストの酸化を抑制でき、品質の安定し、かつパーティクルの影響が少ない、加熱装置及びリフロー装置等を提供することにある。本発明の第二の目的は、熱風を用いて加熱しても、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる、加熱装置及びリフロー装置等を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

- [0011] 前記目的を達成するため、本発明に係るはんだバンプ形成方法は、複数のパッド電極が離間して設けられた基板上にはんだ組成物を層状に堆積する塗布工程と、基板上のはんだ組成物を加熱してリフローするリフロー工程とを備えている。そして、はんだ組成物として、はんだ粒子と、フラックス成分を含む液体材料との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有するはんだ組成物を用いる。リフロー工程では、基板側からはんだ組成物を加熱する。
- [0012] はんだ組成物は、常温で液状であり、又は加熱中に液状になる。このような性質（流動性）を得るには、液体材料の粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。加熱中は、液体材料中にはんだ粒子が漂っているか又は沈降している状態である。なお、このはんだ組成物には、加熱中に液状になるものであれば従来のはんだペーストも含まれる。
- [0013] ここで、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱すると、はんだ組成物は表面になるほど温度が低く基板側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極に濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合一する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。
- [0014] また、塗布工程では、複数のバンプ電極上及びこれらの間隙上を含む面に全体的

にはんだ組成物を層状に堆積するとしてもよい。すなわち、スクリーン印刷やディスペンサ(吐出器)を用いて、いわゆる「ベタ塗り」とすることができる。パッド電極間にはんだ組成物を載置しても、リフロー時にはんだ粒子同士の合一が抑制されるので、バンプ電極間ではんだブリッジの発生も抑えられる。したがって、精密に加工されたメタルマスクを使用することなく、精度を要しないベタ塗りでもはんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。

[0015] リフロー工程では、最初にパッド電極をはんだ粒子の融点以上に加熱し、パッド電極に接触しているはんだ粒子を溶融して、パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更にはんだ粒子を合一させる、としてもよい。このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することによって実現される。

[0016] リフロー工程では、はんだ組成物にその表面側が低く基板側が高くなるような温度差を設けることにより、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させる、としてもよい。はんだ組成物の表面側が低くはんだ組成物の基板側が高くなるような温度差を設けると、液体材料は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合一する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することに加えて、液体材料の粘度の温度依存性とはんだ粒子の融点との関係を調整することにより、実現される。

[0017] リフロー工程では、液体材料の対流を利用してはんだ粒子をパッド電極へ供給する、としてもよい。はんだ組成物を基板側から加熱すると、液体材料に対流が発生し、これによりはんだ粒子が液体材料中を動く。そのため、パッド電極上に堆積されなかったはんだ粒子もパッド電極上へ移動してはんだバンプの一部になる。したがって、はんだ粒子が有効に利用される。

[0018] リフロー工程では、容器内に基板を入れて、容器内においてはんだ組成物中に基板を浸漬した状態で加熱する、としてもよい。加熱中は、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物が満たされる。そのため、容器から基板への熱伝導が均一になる

。また、従来技術におけるはんだペーストでは、印刷厚やはんだ粒子の含有量を調整することによって、はんだバンプの大きさ(高さ)を変えていた。これに対して、本発明では、はんだ組成物の堆積量を調整することにより、基板上のはんだ組成物の厚みを任意に変えられるので、簡単にはんだバンプの大きさ(高さ)を変えられる。

[0019] 本発明に係るはんだバンプ形成装置は、複数のパッド電極が離間して設けられた基板上のはんだ組成物を、加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するものである。このとき用いるはんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有する。これに加え、本発明に係るはんだバンプ形成装置は、基板側からのはんだ組成物を加熱する加熱手段を備えている。また、基板上のはんだ組成物の温度調節を行う温調手段を更に備えてもよい。この場合は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度差を、所望の状態に実現できる。

[0020] また、基板及び基板上のはんだ組成物を収容する容器を更に備え、加熱手段は容器を通して基板側からのはんだ組成物を加熱する、としてもよい。このとき、基板は平板であり、容器は、基板を載置する平らな底面と、液状のはんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有する、としてよい。この場合は、容器の底面上に基板が密接するので、熱伝導が向上する。本発明に係るはんだバンプ形成装置も、前述した本発明に係るはんだバンプ形成方法の作用と同等の作用を奏する。

[0021] 次に、本発明で用いるはんだ組成物の一例について説明する。はんだ組成物の液体材料は、例えば液状体である。そして、液状体は、反応温度がはんだ粒子の融点付近であるフラックス成分を含み、常温で流動して母材上に層状に堆積する粘性を有している。はんだ粒子は、前記液状体内を母材に向けて沈降するとともに、前記液状体内に均一に分散可能な混合比及び粒径を有する粒剤である。

[0022] このはんだ組成物は、常温の状態では平面に滴下すると自重で広がって均一な厚みになるので、この点においてはんだペーストとは全く異なる。このような性質(流動性)を得るには、液状体の常温での粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。例えば、はんだ粒子の混合比は、好ましくは30wt%以下、より好ましくは20wt%以下、最も好ましくは10wt%以下

である。はんだ粒子の粒径は、好ましくは $35\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $20\mu\text{m}$ 以下、最も好ましくは $10\mu\text{m}$ 以下である。

- [0023] このはんだ組成物は、次のような構成にしてもよい。はんだ粒子の表面酸化膜には、自然酸化膜のみを有する。液状体のフラックス成分は、はんだ粒子の融点以上に加熱された状態で、その反応生成物によりはんだ粒子同士の合一を抑制しつつ、はんだ粒子と母材とのはんだ付けを促進するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子との合一を促進するものである。このようなフラックス作用の成分は、本発明者が実験及び考察を繰り返して発見したものである。
- [0024] このような成分としては、例えば酸が挙げられる。酸は無機酸(例えば塩酸)と有機酸(例えば脂肪酸)とに大別できるが、ここでは有機酸を例に説明する。
- [0025] 本発明者は、「有機酸は、はんだ粒子同士を合一させる作用は小さいが、パッド電極にはんだ濡れを生じさせる作用は大きい。」ということを見出した。このような作用が生じる理由として、次の(1)、(2)のようなことが考えられる。
- [0026] (1). 有機酸には、はんだ粒子の酸化膜を除去する作用が弱い。そのため、はんだ粒子に故意に酸化膜を形成しなくても、はんだ粒子の自然酸化膜によって、はんだ粒子同士の合一を抑えることができる。したがって、本発明では、はんだ粒子の酸化膜を形成する工程が不要である。一方、特許文献1の従来技術では、フラックスの作用が強すぎるので、はんだ粒子に厚い酸化膜を形成しなければ、はんだ粒子同士が合一してしまう。
- [0027] (2). 有機酸は、何らかの理由によって、はんだ粒子を母材に広げて界面を合金化するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜にはんだ粒子を合一させる作用がある。はんだ粒子同士はほとんど合一しないにもかかわらず、母材上ではんだ濡れが生ずるメカニズムは定かではない。推測として、はんだ粒子と母材との間で、僅かな酸化膜を打ち破る何らかの反応が起こっていると考えられる。例えば、金メッキされた母材であれば、金のはんだ中への拡散効果により、はんだ粒子に例え薄い酸化膜があったとしてもはんだ濡れが生ずる。銅からなる母材の場合は、銅が有機酸と反応して有機酸銅塩となり、その有機酸銅塩がはんだと接触することによりイオン化傾向の差から還元され、金属銅がはんだ中に拡散してはんだ濡れが進行する。母材上に形成



されたはんだ皮膜にはんだ粒子が合一する理由については、例えば表面張力が考えられる。

[0028] また、はんだ粒子とともに混合される液状体は油脂であり、この液状体中に含まれる成分は油脂中に含まれる遊離脂肪酸である、としてもよい。油脂は、様々な用途で広く流通しているので入手しやすく安価かつ無害であり、しかも遊離脂肪酸という有機酸を元々含んでいる。特に、脂肪酸エステル(例えばネオペンチルポリオールエステル)は、一般に熱・酸化安定性に優れるので、はんだ付けには最適である。また、遊離脂肪酸の含有量を十分なものとするために、油脂の酸価は1以上であることが好ましい。酸価とは、油脂中に含まれる遊離脂肪酸を中和するのに要する水酸化カリウムのミリグラム数をいう。すなわち、酸価の値が大きいほど、遊離脂肪酸が多く含まれることになる。なお、トリメチールプロパントリオレエートの主な性状は、40℃での動粘度が48.3mm<sup>2</sup>/s、100℃での動粘度が9.2mm<sup>2</sup>/s、酸価が2.4である。

[0029] 本発明で用いるはんだ組成物において使用する油脂は、バンプ形成が完了するまで存在し、その間にはんだが空気と直接接触することを防ぐことにより、はんだの酸化を抑制する。また、油脂に含ませた有機酸は、はんだ表面の酸化膜の除去に寄与するものの、はんだ表面の酸化膜を完全に除去してしまわないように、その含有量を制御する。これにより、はんだ粒子同士の合一を抑えつつ、母材表面にはんだ付け可能となる状態を実現することができる。有機酸は母材表面の酸化膜を除去するに足る量が必要であり、そのために油脂の酸価は1以上であることが好ましい。

[0030] 本発明で用いるはんだ組成物は、油脂に有機酸が含まれるものであってもよい。この有機酸は、油脂中に元々含まれているものでも、後から添加したものでも、どちらでも良い。有機酸には、はんだ粒子及び母材の酸化膜を還元する効果がある。また、本発明者は、油脂中の有機酸量を適切に制御してはんだ粒子表面に僅かな酸化膜を残すことにより、はんだ粒子同士の合一を抑えつつ、母材上へははんだ付けが可能となることを見出した。また、はんだに錫が含まれる場合は、有機酸がはんだ表面の酸化膜を還元する過程で有機酸錫塩が副生成物として得られ、この有機酸錫塩がはんだ粒子同士の合一を大幅に抑制することも、本発明者が見出した。これらの現象を制御することにより、はんだ粒子同士の合一を防ぎつつ、例えばパッド電極

上にショートの生じないはんだバンプを形成できる。

- [0031] なお、ここでいう「はんだ」には、はんだバンプ形成用に限らず、半導体チップのダイボンディング用や、例えば銅管の接合用に用いられる「軟ろう」と呼ばれるもの等も含まれるとともに、当然のことながら鉛フリーはんだも含まれる。「はんだバンプ」には、半球状や突起状のものに限らず、膜状のものも含まれる。「はんだ皮膜」とは、膜状のものに限らず、半球状や突起状のものも含むものとする。「基板」には、半導体ウエハや配線板などが含まれる。「液状体」は、液体の他に流動体などでもよく、油脂の他にフッ素系高沸点溶剤やフッ素系オイルなどでもよい。

### 発明の効果

- [0032] 本発明に係るはんだバンプ形成方法によれば、常温で又は加熱中に液状になる性質を有するはんだ組成物を用い、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱することにより、パッド電極に近い下方のはんだ粒子を先に溶融させてパッド電極に濡れ広がらせる一方で、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子を十分に溶融させない状態を作り出すことができる。そのため、はんだ粒子同士で合一する機会を減少させることができ、これによりはんだブリッジの発生を抑制できる。したがって、はんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。
- [0033] また、基板上にベタ塗りではんだ組成物を載置しても、リフロー時にはんだ粒子同士の合一が抑制されるので、はんだブリッジの発生を抑えられるので、簡単な方法ではんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。
- [0034] また、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱するとともにはんだ組成物の表面側から温調することより、はんだ組成物の基板側が高く表面側が低い温度分布を所望の状態に作り出すことができる。
- [0035] また、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させることにより、パッド電極に近い下方のはんだ粒子を先に沈降かつ溶融させてパッド電極に濡れ広がらせる一方で、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子を十分に沈降かつ溶融させない状態を作り出すことができる。そのため、はんだ粒子同士で合一する機会をより減少させることができ、これによりはんだブリッジの発生をより抑制できる。
- [0036] また、リフロー時に液体材料の対流を利用してはんだ粒子を動かすことにより、パッ

ド電極上に載置されなかったはんだ粒子をパッド電極上へ導けるので、はんだ粒子を無駄なく有効に利用できる。

[0037] また、容器内に基板を入れて、容器内においてははんだ組成物中に基板を浸漬した状態で加熱することにより、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物を満たして加熱できるので、容器から基板への熱伝導を均一にできる。したがって、同じ条件で多数のはんだバンプを同時に形成できるので、はんだバンプの製造上のバラツキを低減できる。これに加え、はんだ組成物の基板への載置量を調整することにより、はんだバンプの大きさ(高さ)を簡単に変えることができる。

[0038] 本発明に係る加熱装置は、基板又はこの基板が載置された治具(以下、基板又は治具を「基板等」という。)を載置する載置台と、この載置台に形成され基板等の載置によって塞がれる開口部と、この開口部から基板等の下側に熱風を当てる加熱手段と、を備えたものである。載置台に基板等を載置すると、開口部は基板等によって塞がれる。そのため、熱風は、開口部の基板等の下側に当たただけで、開口部から吹き出ることはない。したがって、熱風が、基板の上へ回り込まないので、基板上のはんだペーストの酸化が抑えられる。また、本発明に係る加熱装置によれば、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる。その第一の理由は、はんだペーストの場合と同様に、はんだ組成物の酸化が抑えられるからである。第二の理由は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度分布になるからである。これらの理由の少なくとも一方により、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できると考えられる。第二の理由については後述する。

[0039] 基板等の下側に当てた熱風を再び加熱手段へ帰還する熱風循環路を、更に備えてもよい。この場合は、熱風の拡散を抑制できるので、基板上へ回りこむ熱風をより低減できる。しかも、熱を有効に利用できるので、省エネルギー化も図れる。

[0040] また、基板の温度を調節する温調手段を更に備えてもよい。この場合は、基板上の必要以上の温度上昇を防げるので、基板上のはんだペーストや基板上の液状のはんだ組成物(以下「はんだペースト等」という。)の酸化がより抑えられる。温調手段は、例えば、基板の上方に離間して位置付けられる熱吸収板と、熱吸収板を冷却する吸熱部とを有するものである。吸熱部は、例えば空冷機構や水冷機構からなる。また

温調手段は、基板を輻射熱で加熱する輻射板と、前記輻射板を加熱する加熱部とを有する構成としてもよい。

[0041] 基板等を載置台に固定する押さえ機構を更に備えてもよい。基板等の重さや熱風の圧力によっては、基板等が熱風で吹き飛ばされたりずれたりするおそれがある。そのような場合は、押さえ機構を設けて基板等を固定する。

[0042] 治具は、基板を液状のはんだ組成物中に浸漬した状態で保持する容器としてもよい。このとき、容器は、基板を載置する平らな底面と、はんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有するものとしてもよい。加熱中は、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物が満たされる。そのため、容器から基板への熱伝導がより均一になる。更に、従来技術におけるはんだペーストでは、印刷厚やはんだ粒子の含有量を調整することによって、はんだバンプの大きさ(高さ)を変えていた。これに対して、本発明では、液状のはんだ組成物と容器とを用いているので、はんだ組成物の載置量を調整だけで、基板上のはんだ組成物の厚みを任意に変えられる。そのため、簡単にはんだバンプの大きさ(高さ)を変えることができる。なお、はんだ組成物は、常温では液状でなくても、加熱時に液状になるものであればよい。

[0043] 本発明に係るリフロー装置は、少なくとも一つずつ具備された予備加熱部とリフロー部と冷却部とがこの順に配設され、搬送機構によって基板等をこの順に搬送し、制御手段によって予備加熱部、リフロー部、冷却部及び搬送機構の各動作を制御するものである。そして、予備加熱部及びリフロー部が本発明に係る加熱装置からなる。予備加熱部及びリフロー部に本発明に係る加熱装置を用いることにより、基板上のはんだペースト等の酸化が抑えられる。なお、冷却部は省略してもよい。なお、前記加熱手段に備えられた加熱手段は、熱風により加熱するものでも、熱伝導により加熱するものでもよい。

[0044] 予備加熱部とリフロー部と冷却部とを同心円上に配列して設けてもよい。この場合は、基板等の搬送時の入口と出口とが同じ場所になる。したがって、例えばこれらを直線状に配設した場合に比べて、基板等の搬送処理が容易になるとともに、全体の構成も簡素で小型になる。

[0045] 搬送機構は、基板等を載置台に対して上下させる上下動機構を有する、としてもよ

い。この場合は、基板等を上下させて、載置台に置いたり持ち上げたりすることができる。なお、搬送機構は、基板等を上下させずに、水平のまま搬送するものでもよい。

[0046] 制御手段は、開口部が基板等によって塞がれていない時に、熱風発生部の動作を停止させる、としてもよい。この場合は、開口部が基板等によって塞がれていない時に、熱風が開口部から吹き出してしまうことを防止できる。

[0047] 本発明に係るリフロー装置の使用方法は、本発明に係るリフロー装置を用いて、複数の基板等を連続的に流して処理する際に、複数の基板等の前、後又は途中でダミー基板等を流すというものである。ダミー基板等は、開口部が基板等によって塞がれていない時の開口部からの熱風の吹き出しを抑制するとともに、加熱装置から見た熱容量の変動を抑える。なお、ダミー基板等は、基板等と同じ形状としてもよい。この場合は、加熱装置から見た熱容量の変動をより抑えることができる。

[0048] 次に、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる第二の理由について、詳しく説明する。

[0049] 液状のはんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料（ベース剤）との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有する。つまり、はんだ組成物は、常温で液状であり、又は加熱中に液状になる。このような性質（流動性）を得るには、液体材料の粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。加熱中は、液体材料中にはんだ粒子が漂っているか又は沈降している状態である。なお、このはんだ組成物には、加熱中に液状になるものであれば従来のはんだペーストも含まれる。

[0050] ここで、本発明におけるリフロー工程では、基板側からはんだ組成物を加熱する。基板上のはんだ組成物を基板側から加熱すると、はんだ組成物は表面になるほど温度が低く基板側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極に濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合一する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。

[0051] また、リフロー工程では、最初にパッド電極をはんだ粒子の融点以上に加熱し、パ

ッド電極に接触しているはんだ粒子を溶融して、パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更にはんだ粒子を合一させる、としてもよい。このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することによって実現される。例えば、基板上のはんだ組成物を、基板側から加熱するとともに、はんだ組成物の表面側から温調することが有効である。

[0052] 更に、リフロー工程では、はんだ組成物にその表面側が低く基板側が高くなるような温度差を設けることにより、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させる、としてもよい。はんだ組成物の表面側が低くはんだ組成物の基板側が高くなるような温度差を設けると、液体材料は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合一する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することに加えて、液体材料の粘度の温度依存性とはんだ粒子の融点との関係を調整することにより、実現される。

[0053] 本発明に係る加熱装置によれば、基板等を載置する載置台と、載置台に形成され基板等の載置によって塞がれる開口部と、開口部から基板等の下側に熱風を当てる熱風発生部とを備えたことにより、熱風が基板等の下側に当たるだけで開口部から吹き出ないので、熱風の基板上への回り込みを防ぐことができる。したがって、熱風を用いて基板等を加熱しても、基板上のはんだペースト等の酸化を抑えることができる。これに加え、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる。その理由は、熱風の基板上への回り込みを防ぐことができるので、はんだ組成物が酸化しないから、又は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度分布になるからである。

[0054] また、基板等の下側に当てた熱風を再び加熱手段へ帰還する熱風循環路を備えることにより、基板上へ回りこむ熱風をより低減でき、しかも熱を有効に利用できるので、省エネルギー化も図ることができる。

[0055] また、基板の温度を温度調節する温調手段を備えることにより、基板の温度調節を

行うことができ、はんだバンプの形成状態を容易にコントロールすることができる。また、はんだ表面の酸化をより抑えることができる。

[0056] また、基板等を載置台に固定する押さえ機構を備えることにより、基板等が熱風で吹き飛ばされたり、ずれたりすることを防止できる。

[0057] また、基板を液状のはんだ組成物中に浸漬した状態で保持する容器を用いることにより、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物を満たして加熱できるので、容器から基板への熱伝導をより均一にできる。したがって、同じ条件で多数のはんだバンプを同時に形成できるので、はんだバンプの製造上のバラツキを低減できる。これに加え、はんだ組成物の基板への載置量を調整することにより、はんだバンプの大きさ(高さ)を変えることも可能である。

[0058] 本発明に係るリフロー装置によれば、予備加熱部及びリフロー部に本発明に係る加熱装置を用いることにより、基板上のはんだペースト等の酸化を抑えることができる。これに加え、熱風を用いて加熱するものでありながら、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成できる

[0059] また、予備加熱部とリフロー部と冷却部とを同一円周上に配設することにより、基板等の搬送処理が容易になるとともに、全体を簡素化及び小型化できる。

[0060] また、開口部が基板等によって塞がれていない時に、熱風発生部の動作を停止させることにより、熱風の開口部からの吹き出しを抑制できる。

[0061] 本発明に係るリフロー装置の使用方法によれば、複数の基板等の前、後又は途中にダミー基板等を流すことにより、開口部が基板等によって塞がれていない時に、開口部からの熱風の吹き出しを抑制できる。しかも、加熱装置から見た熱容量の変動が少なくなるので、熱風の温度変動を抑制できる。

#### 発明を実施するための最良の形態

[0062] 次に、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。

[0063] 本発明の第1の実施形態に係る加熱装置50は図1に示すように、基板20上のはんだ組成物10を加熱するために用いるものである。図1に示すように加熱装置50は、はんだ組成物10を基板20側から加熱する加熱手段40を有している。加熱手段40により加熱される基板20は、容器30内において液状のはんだ組成物10中に浸漬さ

れている。

- [0064] 加熱手段40は、主加熱源42、副加熱源43、ブロワ44、蓄熱部材45、熱風循環ダクト46、開口部47等からなる。開口部47は、熱風41を容器30に当てるために形成された開口である。主加熱源42及び副加熱源43として例えば電熱ヒータを用いる。蓄熱部材45は、例えばアルミニウム材からなり、熱風41を通過させる多数の透孔48が形成されている。熱風41はブロワ44によって循環されている。すなわち、熱風41は、主加熱源42→蓄熱部材45→開口部47(容器30の底部)→循環ダクト46→副加熱源43→熱風循環ダクト46→ブロワ44→主加熱源42の循環路を通して循環する。この加熱手段40は、熱風41を容器30に当てて加熱するので、熱伝導を利用するものに比べて、基板20全体をより均一に加熱できる。
- [0065] また熱風循環ダクト46は、開口部47を取り囲む領域に、容器30を支える載置台51が形成されている。載置台51及び開口部47以外の加熱手段40によって熱風発生部52が構成されている。載置台51に容器30が載置されると、開口部47が容器30の底部で覆われ、開口部47が塞がれる。熱風発生部52は、開口部47から容器30の底部に熱風41を当てる。
- [0066] 図1に示す加熱装置50は、基板20温度をその表面側から温調する温調手段60を必要に応じて備えるようにしてもよいものである。図1に示す温調手段60は、主温調源62、副温調源63、ブロワ64、蓄冷(又は蓄熱)部材65、循環ダクト66、開口部67、熱吸収板(又は輻射板)68等からなる。蓄冷部材65は、例えばアルミニウム材からなり、温調媒体61を通過させる多数の透孔69が形成されている。熱吸収板68は、例えばアルミニウム材からなり、はんだ組成物10側を黒体に近い状態とすることが望ましい。温調媒体61はブロワ64によって循環されている。すなわち、温調媒体61は、主温調源62→蓄冷部材65→開口部67(熱吸収板68を冷却)→循環ダクト66→副温調源63→循環ダクト66→ブロワ64→主温調源62、と循環する。また温調媒体61は、はんだ組成物10の表面側を温調できる温度を保有するものであればよい。熱吸収板68は、基板20の熱を吸熱する機能を有しており、温調手段60の熱吸収板68以外の構成は、熱吸収板68の熱を吸熱することにより、熱吸収板68の吸熱機能を継続して発揮させる吸熱部を構成している。この場合、主温調源62、副温調源63は、



温調媒体61を冷却する機能として作用する。以上の説明では、温調手段60は、基板20の熱を奪ってはんだ組成物の表面側と基板側とに温度差を持たせる構成のものとして説明したが、これに限られるものではない。すなわち、温調手段60としては、基板20に輻射熱により加熱する構成としてもよいものである。この場合、熱吸収板68は、基板20を輻射熱により加熱する輻射板として機能し、この輻射板68以外の構成は、輻射板68を加熱することにより、輻射板68の加熱機能を継続して発揮させる加熱部を構成している。この構成では、主温調源62及び副温調源63は、温調媒体61を加熱する機能を発揮する。なお、温調手段60により基板20を加熱する場合、その加熱温度は、加熱手段40による加熱温度と同一或いは、それ以上に加熱するようにしてもよい。いずれの温調手段60も、基板20うえのはんだ組成物10に対して、冷風或いは熱風の温調媒体61を直接接触させない方式であるため、層状に堆積したはんだ組成物10に悪影響を与えることはない。

[0067] 次に、加熱装置50の動作を説明する。加熱装置50を通常使用する場合は、加熱手段40により、基板20上のはんだ組成物10を加熱するために用いられる。すなわち、容器30に充填したはんだ組成物10内に基板20を浸漬する。そして、この容器30を載置台51に載置して、容器30の底部で開口部47を閉塞する。これにより、熱風41の循環路が形成される。加熱手段40により熱風41を発生させると、前記循環路を通して循環し、循環する熱風41により容器30の底部が加熱され、その熱を受けて基板20が加熱される。熱風41が、容器30の上へ回り込まないので、基板20上のはんだ組成物10の酸化が抑えられる。

[0068] 一方、はんだ組成物10側には、加熱手段40による熱が回り込まないため、基板20側と比較すると、温度差が生じる。基板20側とはんだ組成物10側の温度を相対比較すると、基板20側の温度が高く、はんだ組成物10側の温度が低い状態が生成される。このことは、後述するようにはんだ組成物10に含まれるはんだ粒子11の融解をコントロールすることを意味する。すなわち、はんだ組成物10の液状体12に混合されたはんだ粒子11は、液状体12中を沈降して基板20の電極にはんだ付けされる。はんだ組成物10側の温度が低い場合は、液状体12中を沈降するはんだ粒子11同士の合一が抑えられる。そして、基板20側の温度が高いため、はんだ粒子12が積極

的に融解され、基板20の電極へのはんだ粒子11のはんだ付けが促進される。

[0069] 上記説明では、加熱装置50に温調手段60を用いない場合について説明したが、温調手段60を用いてもよいものである。すなわち、上記説明では、加熱手段40のみであるから、はんだ組成物10側の温度調整を行うことができないが、温調手段60を用いることにより、はんだ組成物10側の温度管理を行うことができ、液状体12中を沈降するはんだ粒子11同士の合一を抑制することができ、確実に基板20の電極にはんだ付けを行うことができる。

[0070] 次に、本実施形態の加熱装置を用いて、液状のはんだ組成物ではんだバンプを形成する方法について説明する。図2は、図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。なお、図1は、基板上にはんだ組成物を塗布した状態であり、上下方向は左右方向よりも拡大して示している。

[0071] 本実施形態で使用するはんだ組成物10は、多数のはんだ粒子11と脂肪酸エステルからなる液状体12との混合物からなり、パッド電極22にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体12は、常温の状態では基板20に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子11によるはんだ濡れをパッド電極22に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子11は、液状体12とともに基板20に滴下した際に液状体12とともに広がって均一に分散するような混合比及び粒径とを有する。

[0072] また、はんだ粒子11は表面に自然酸化膜(図示せず)のみを有する。液状体12は、脂肪酸エステルであるので、有機酸の一種である遊離脂肪酸を元々含んでいる。遊離脂肪酸は、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態で、はんだ粒子11同士の合一を抑制しつつ、はんだ粒子11とパッド電極22とのはんだ付けを促進するとともに、パッド電極上22に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子11との合一を促進する作用を有する。

[0073] 液状体12に含まれる有機酸は、必要に応じて添加しても良い。つまり、はんだ粒子11の酸化度合いや分量に応じて、液状体12の有機酸含有量を調整する。例えば、多量のはんだバンプを形成する場合は、はんだ粒子11も多量になるので、全ての

んだ粒子11の酸化膜を還元するのに十分な有機酸を含有する必要がある。一方、バンプ形成に使用される以上の過剰なんだ粒子11を加える場合は、有機酸の含有量を少なくして液状体12の活性力を落とすことにより、んだ粉末粒度分布でいうところの微細な側のはんだ粒子11を溶かさないようにして、比較的大きなんだ粒子11のみで最適なバンプ形成を行うことも可能である。この際、溶けずに残った微細なんだ粒子11は、んだ粒子11同士の合一を防ぐことにより、パッド電極22のショートを低減させる効果も持つ。

[0074] んだ粒子11は液状体12中に均一に分散している必要があるので、んだ組成物10は使用直前に攪拌しておくことが望ましい。んだ粒子11の材質は、錫鉛系はんだ又は鉛フリーはんだ等を使用する。隣接するパッド電極22同士の周端間の最短距離aよりも、んだ粒子11の直径bを小さくするとよい。

[0075] んだ組成物10は、パッド電極22を有する基板20上に、常温において自然落下により滴下させる。これだけで、基板20上に均一な厚みのはんだ組成物10を塗布できる。つまり、スクリーン印刷やディスペンサを用いることなく、均一な膜厚のはんだ組成物10の塗布膜を基板20上に形成することができる。塗布の均一性のはんだバンプのばらつきに影響を及ぼすため、できる限り均一に塗布する。その後、基板20全体を均一に加熱することにより、んだバンプの形成が可能となる。加熱は短時間ではんだ融点以上まで昇温する。短時間で昇温することにより、プロセス中での有機酸活性力の低下を抑えることができる。

[0076] 次に、本実施形態で使用する基板20について説明する。基板20はシリコンウエハである。基板20の表面21には、パッド電極22が形成されている。パッド電極22上には、本実施形態の形成方法によってはんだバンプが形成される。基板20は、んだバンプを介して、他の半導体チップや配線板に電氣的及び機械的に接続される。パッド電極22は、形状が例えば円であり、直径cが例えば40  $\mu\text{m}$ である。隣接するパッド電極22の中心間の距離dは、例えば80  $\mu\text{m}$ である。んだ粒子14の直径bは、例えば3～15  $\mu\text{m}$ である。

[0077] パッド電極22は、基板20上に形成されたアルミニウム電極24と、アルミニウム電極24上に形成されたニッケル層25と、ニッケル層25上に形成された金層26とからなる

。ニッケル層25及び金層26はUBM (under barrier metal又はunder bump metallurgy) 層である。基板20上のパッド電極22以外の部分は、保護膜27で覆われている。

[0078] 次に、パッド電極22の形成方法について説明する。まず、基板20上にアルミニウム電極24を形成し、アルミニウム電極24以外の部分にポリイミド樹脂又はシリコン窒化膜によって保護膜27を形成する。これらは、例えばフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて形成される。続いて、アルミニウム電極24表面にジンケート処理を施した後に、無電解めっき法を用いてアルミニウム電極24上にニッケル層25及び金層26を形成する。このUBM層を設ける理由は、アルミニウム電極24にはんだ濡れ性を付与するためである。

[0079] はんだ粒子11の材質としては、例えばSn-Pb (融点183℃)、Sn-Ag-Cu (融点218℃)、Sn-Ag (融点221℃)、Sn-Cu (融点227℃)、その他鉛フリーはんだ等を使用する。

[0080] 加熱手段40は、前述したようにブロワ、電熱ヒータ等からなり、熱風41を当てて基板20側(下側)からはんだ組成物10を加熱する。

[0081] 図3及び図4は、図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。図3は滴下工程であり、図3[1]～図3[3]の順に工程が進行する。図4は、リフロー工程であり、図4[1]～図4[3]の順に工程が進行する。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図2と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。なお、図3の説明では、前述の「容器30」を「受け容器30」と呼ぶことにする。

[0082] 図3では、基板20上のパッド電極22の図示を略している。まず、図3[1]に示すように、受け容器30に基板20を入れる。そして、注ぎ容器31中で必要に応じはんだ組成物10を攪拌した後、注ぎ口32からはんだ組成物10を基板20上に滴下させる。すると、はんだ組成物10が自重で広がって均一な厚みになる。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物10の自然落下を利用できる。なお、印刷機や吐出機を用いてはんだ組成物10を基板20上に塗布してもよい。

[0083] なお、受け容器30は、リフロー工程で基板20とともに加熱するので、耐熱性があって熱伝導が良く、かつはんだ粒子11によるはんだ濡れが生じない金属例えばアルミ

ニウムからなる。また、受け容器30は、平板状の基板20を載置する平らな底面33と、はんだ組成物10の横溢を防止する周壁34とを有する。この場合は、受け容器30の底面33上に基板20が密接するので、熱伝導が向上する。なお、図2及び図4では受け容器30の図示を略している。

[0084] また、滴下工程の途中又は後に、基板10を水平に回転させることによって、基板20上のはんだ組成物10を均一な厚みにしてもよい。基板10を水平に回転させるには、市販のスピンコート装置を用いればよい。

[0085] 滴下工程の終了は、はんだ組成物10中に基板20が浸漬されるまで、はんだ組成物10を滴下するか否かによって二通りに分かれる。図3[2]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬しない場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚み $t_1$ は、はんだ組成物10の主に表面張力及び粘性によって決まる値である。一方、図3[3]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬する場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚み $t_2$ は、滴下するはんだ組成物10の量に応じた所望の値に設定できる。

[0086] 以上の滴下工程によって、図2に示すように、複数のパッド電極22が離間して設けられた基板20上に、はんだ組成物10がベタ塗りによって載置されたことになる。このとき、複数のバンプ電極22上及びこれらの間隙の保護膜27上を含む面に、全体的にはんだ組成物10が載置される。はんだ組成物10は、ちょうどインクのような状態である。

[0087] 続いて、リフロー工程で、基板20及びはんだ組成物10の加熱が始まると、液状体12の粘性が更に低下する。すると、図4[1]に示すように、はんだ粒子11は、液状体12よりも比重が大きいのので、沈降してパッド電極22上及び保護膜27上に積み重なる。

[0088] 続いて、図4[2]に示すように、はんだ組成物10がはんだ粒子11の融点以上に加熱される。ここで、基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱しているので、はんだ組成物10は表面になるほど温度が低く基板20側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極22に濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合一する機会を減

少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。換言すると、リフロー工程では、最初にパッド電極22をはんだ粒子11の融点以上に加熱し、パッド電極22に接触しているはんだ粒子11を溶融して、パッド電極22に濡れ広がったはんだ皮膜23'を形成し、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11を合一させる。

[0089] また、このとき、液状体12に含まれる有機酸の作用によって、次のような状態が引き起こされる。まず、はんだ粒子11同士は合一が抑えられる。ただし、図4[2]では図示していないが、一部のはんだ粒子11同士は合一して大きくなる。つまり、はんだ粒子11同士は合一しても一定の大きさ以下であれば問題ない。一方、はんだ粒子11は、パッド電極20上に広がって界面に合金層を形成する。その結果、パッド電極20上にはんだ皮膜23'が形成され、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11が合一する。すなわち、はんだ皮膜23'は成長して、図8[3]に示すようなはんだバンプ23となる。

[0090] なお、図4[3]において、はんだバンプ23の形成に使用されなかったはんだ粒子11は、残った液状体12とともに後工程で洗い落とされる。

[0091] また、リフロー工程では、はんだ組成物10にその表面側が低く基板20側が高くなるような温度差を設けることにより、基板20側に近いはんだ粒子11から先に沈降させてもよい。はんだ組成物10の表面側が低くはんだ組成物10の基板20側が高くなるような温度差を設けると、液状体12は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極22に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合一する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、例えば基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱するとともに、はんだ組成物10の表面側から温調したり、液状体12の粘度の温度依存性とはんだ粒子11の融点との関係を調整したりすることにより、実現される。

[0092] 更に、リフロー工程では、液状体12の対流を利用してはんだ粒子11をパッド電極22へ供給するようにしてもよい。はんだ組成物10を基板20側から加熱すると、液状体12に対流が発生し、これによりはんだ粒子11が液状体12中を動く。そのため、パッド電極22上に載置されなかったはんだ粒子11もパッド電極22上へ移動してはんだバ

ンプ23の一部になる。したがって、はんだ粒子11が有効に利用される。

[0093] 以上の説明では、はんだ組成物に対して温調手段60の冷却機能を発揮させて、はんだバンプを形成する場合を説明したが、これに限られるものではない。はんだ組成物に対して温調手段60の加熱機能を発揮させて、はんだバンプを形成してもよい。さらには、温調手段60の冷却機能と加熱機能とを切り替えて発揮させてはんだバンプを形成するようにしてもよい。

[0094] 図5は本発明に係る加熱装置の第二実施形態を示し、図5[1]は部分平面図、図5[2]は図5[1]におけるV-V線断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は、同じ符号を付すことにより又は図示しないことにより説明を省略する。

[0095] 本実施形態では、基板20を載置台51に固定する押さえ機構55を備えている。押さえ機構55は、プランジャー型のソレノイド56a、56b、独楽状の押さえカム57a、57b等からなる。ソレノイド56aは、一端561が載置台51に回動自在に取り付けられ、他端562が押さえカム57aの外周付近に回動自在に取り付けられている。押さえカム57aは、中心軸571を介して載置台51に回動自在に取り付けられている。ソレノイド56b及び押さえカム57bも同じ構成である。

[0096] 図では、ソレノイド56a、56bが縮んだ状態であり、押さえカム57a、57bは基板20を押さえる角度に回動している。ここで、図中に矢印で示すように、ソレノイド56a、56bが伸びると、押さえカム57a、57bは基板20を緩める角度に回動する。

[0097] 基板20の重さや熱風41の圧力によっては、基板20が熱風41で吹き飛ばされたりずれたりするおそれがある。そのような場合は、押さえ機構55を設けて基板20を固定する。なお、押さえ機構55は、本実施形態では基板20を押さえるものとしたが、もちろん容器30(図1)を押さえるものとしてもよい。

[0098] 次に、本発明の実施形態に係る加熱装置をリフロー装置に適用した場合の例を図6及び図7に基づいて説明する。図6及び図7は本発明に係るリフロー装置の実施形態を示す平面図であり、図6は加熱中の状態であり、図7は搬送中の状態である。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

- [0099] 本実施形態のリフロー装置70は、予備加熱部71とリフロー部72と冷却部73とがこの順に同心円上に配列して設けられ、容器30をこの順に搬送する搬送機構80を備えている。また、予備加熱部71と冷却部73との間には入出口部74が付設されている。予備加熱部71及びリフロー部72には、上述した加熱装置10を用いている。図8に示すリフロー装置70は、温調手段60を備えていない加熱装置10を用いているが、これに限られるものではない。予備加熱部71及びリフロー部72に、図1に示す温調手段60を備えた加熱装置10を用いてもよい。冷却部73としては、図1の加熱装置10の加熱手段40の構成を流用している。この場合、加熱手段40で供給する媒体61に代えて、冷却媒体61を用いている。そして、この冷却媒体61を開口部67に通して容器30の下側から当てることにより、基板を徐冷している。
- [0100] 図8及び図9は図6のリフロー装置における搬送機構を示し、図8は全体の概略断面図、図9は容器保持部の斜視図である。以下、図6乃至図9に基づき説明する。ただし、図3及び図4において、図1と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。
- [0101] 図8に示すように、搬送機構80は、中心の駆動部81と、駆動部81に取り付けられた四本の腕部82と、腕部82の先端に形成された容器保持部83とからなる。駆動部81は、四本の腕部82を支持する中心板84と、中心板84を上下動させるエアシリンダ85と、中心板84及びエアシリンダ85とともに回転させるリング状モータ86とからなる。
- [0102] 図9に示すように、容器保持部83は、円環状を呈し、上面に三つの凸部831～833が形成されている。凸部831～833は、容器30の底面に形成された凹部（図示せず）に係合する。凸部831～833が凹部と係合することにより、容器30が容器保持部83に着脱自在に固定される。
- [0103] 図10は、図6のリフロー装置における制御系を示すブロック図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図6と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。
- [0104] リフロー装置70は、予備加熱部71、リフロー部72、冷却部73及び搬送機構80の各動作を制御する制御手段75を更に備えている。制御手段75は、例えばマイクロコ



ンピュータ及びそのプログラムからなる。制御手段75の制御対象は、予備加熱部71、リフロー部72及び冷却部73の温度及び風量、搬送機構80の搬送動作等である。

[0105] 次に、図6乃至図10に基づき、リフロー装置70の動作を説明する。なお、動作を制御するのは制御手段75である。

[0106] まず、容器30に基板20を入れて、その上からディスペンサを用いてはんだ組成物10を垂らす。そして、この容器30を入出口部74で容器保持部83に載置する。ここまでの動作は、自動化してもよいし、作業員が行ってもよい。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の予備加熱部71まで搬送する。この時、予備加熱部71、リフロー部72及び冷却部73に位置していた容器30も、それぞれリフロー部72、冷却部73及び入出口部74へ搬送される。なお、搬送の始めと終わりには、図示しない電磁バルブを介してエアシリンダ85を動作させ、容器30を容器保持部83ごと上下させる。

[0107] 予備加熱部71において容器30は、一定時間加熱されることにより、ある一定温度まで加熱される。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次のリフロー部72まで搬送する。リフロー部72において、容器30は、一定時間加熱されることにより、はんだ組成物10がリフローされる。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の冷却部73まで搬送する。冷却部73において、容器30は、一定時間加熱されることにより、一定温度まで冷却される。続いて、リング状モータ86を回転させて、容器30を次の入出口部74まで搬送する。ここで、容器30を容器保持部83から取り外すことにより、リフロー工程が終了する。

[0108] リフロー装置70によれば、予備加熱部71及びリフロー部72に加熱手段40を用いることにより、熱風41を用いて加熱するものでありながら、はんだ組成物10ではんだバンプを形成できる。その第一の理由は、熱風41の回り込みがないので、はんだ組成物10の酸化が抑えられるからである。第二の理由は、はんだ組成物10の表面側が低く基板20側が高い温度分布になるからである。

[0109] また、予備加熱部71及びリフロー部72は、制御手段75からの指令に基づいて、図7に示すように開口部47が容器30によって塞がれていない時に、熱風発生部52からの熱風の供給を停止するようにしてもよい。この場合、例えば、ブロワ44の動作を

停止させたり、図示しない遮蔽板を使って熱風41の吹き出しを抑えたりする。このようにすると、開口部47が容器30によって塞がれていない時に、熱風41が開口部47から吹き出してしまうことを防止できる。

[0110] 更に、リフロー装置70を用いて、複数の容器30を連続的に流して処理する際に、複数の容器30の前、後又は途中にダミー容器(図示せず)を流すようにしてもよい。ダミー容器は、開口部47が容器30によって塞がれていない時の開口部47からの熱風41の吹き出しを抑制するとともに、加熱手段40から見た熱容量の変動を抑える。なお、ダミー容器を容器30と同じ形状とした場合は、加熱手段40から見た熱容量の変動をより抑えることができる。また、冷却部73は省略してもよい。

[0111] なお、本発明は、言うまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、シリコンウエハ(FC)の代わりに、微細ピッチのサブストレートやインターポーザ、更に配線板(BGA)を用いてもよい。また、電極材料は、アルミニウムに限らず、Al-Si、Al-Si-Cu、Al-Cu、Cuなどを用いてもよい。

[0112] 図11は、本発明の実施形態に係るはんだバンプ形成方法を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。なお、図11は、基板上にはんだ組成物を塗布した状態であり、上下方向は左右方向よりも拡大して示している。

[0113] 本実施形態で使用するはんだ組成物10は、多数のはんだ粒子11と脂肪酸エステルからなる液状体(液体材料)12との混合物からなり、パッド電極22にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体12は、常温の状態で基板20に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子11によるはんだ濡れをパッド電極22に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子11は、液状体12とともに基板20に滴下した際に液状体12とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

[0114] また、はんだ粒子11の表面酸化膜には自然酸化膜(図示せず)のみを有する。液状体12は、脂肪酸エステルであるので、有機酸の一種である遊離脂肪酸を元々含んでいる。遊離脂肪酸は、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態で、その反応生成物によりはんだ粒子11同士の合一を抑制しつつ、はんだ粒子11とパッド電極22とのはんだ付けを促進するとともに、パッド電極上22に形成されたはんだ皮膜とは

んだ粒子11との合一を促進する作用を有する。

[0115] 液状体12に含まれる有機酸は、必要に応じて添加しても良い。つまり、はんだ粒子11の酸化度合いや分量に応じて、液状体12の有機酸含有量を調整する。例えば、多量のはんだバンプを形成する場合は、はんだ粒子11も多量になるので、全てのはんだ粒子11の酸化膜を還元するのに十分な有機酸を含有する必要がある。一方、バンプ形成に使用される以上の過剰なはんだ粒子11を加える場合は、有機酸の含有量を少なくして液状体12の活性力を落とすことにより、はんだ粉末粒度分布でいうところの微細な側のはんだ粒子11を溶かさないようにして、比較的大きなはんだ粒子11のみで最適なバンプ形成を行うことも可能である。この際、溶けずに残った微細なはんだ粒子11は、はんだ粒子11同士の合一を防ぐことにより、パッド電極22のショートを低減させる効果も持つ。

[0116] はんだ粒子11は液状体12中に均一に分散している必要があるので、はんだ組成物10は使用直前に攪拌しておくことが望ましい。はんだ粒子11の材質は、錫鉛系はんだ又は鉛フリーはんだ等を使用する。隣接するパッド電極22同士の周端間の最短距離aよりも、はんだ粒子11の直径bを小さくするとよい。

[0117] はんだ組成物10は、パッド電極22を有する基板20上に、常温において自然落下により滴下させる。これだけで、基板20上に均一な厚みのはんだ組成物10を塗布できる。つまり、スクリーン印刷やディスペンサを用いることなく、均一な膜厚のはんだ組成物10の塗布膜を基板20上に形成することができる。塗布の均一性ははんだバンプのばらつきに影響を及ぼすため、できる限り均一に塗布する。その後、基板20全体を均一に加熱することにより、はんだバンプの形成が可能となる。加熱は短時間ではんだ融点以上まで昇温する。短時間で昇温することにより、プロセス中での有機酸活性力の低下を抑えることができる。

[0118] 次に、本実施形態で使用する基板20について説明する。基板20はシリコンウエハである。基板20の表面21には、パッド電極22が形成されている。パッド電極22上には、本実施形態の形成方法によってはんだバンプが形成される。基板20は、はんだバンプを介して、他の半導体チップや配線板に電氣的及び機械的に接続される。パッド電極22は、形状が例えば円であり、直径cが例えば40  $\mu\text{m}$ である。隣接するパッ

ド電極22の中心間の距離dは、例えば80  $\mu$  mである。はんだ粒子14の直径bは、例えば3～15  $\mu$  mである。

- [0119] パッド電極22は、基板20上に形成されたアルミニウム電極24と、アルミニウム電極24上に形成されたニッケル層25と、ニッケル層25上に形成された金層26とからなる。ニッケル層25及び金層26はUBM (under barrier metal又はunder bump metallurgy) 層である。基板20上のパッド電極22以外の部分は、保護膜27で覆われている。
- [0120] 次に、パッド電極22の形成方法について説明する。まず、基板20上にアルミニウム電極24を形成し、アルミニウム電極24以外の部分にポリイミド樹脂又はシリコン窒化膜によって保護膜27を形成する。これらは、例えばフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて形成される。続いて、アルミニウム電極24表面にジネケート処理を施した後に、無電解めっき法を用いてアルミニウム電極24上にニッケル層25及び金層26を形成する。このUBM層を設ける理由は、アルミニウム電極24にはんだ濡れ性を付与するためである。
- [0121] はんだ粒子11の材質としては、例えばSn-Pb (融点183℃)、Sn-Ag-Cu (融点218℃)、Sn-Ag (融点221℃)、Sn-Cu (融点227℃) 等を使用する。
- [0122] 加熱手段40は、例えばブロワと電熱ヒータとからなり、熱風41を当てて基板20側(下側)からはんだ組成物10を加熱する。
- [0123] 図12及び図13は、本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図である。図12は塗布工程の一例である滴下工程であり、図12[1]～図12[3]の順に工程が進行する。図13は、リフロー工程であり、図13[1]～図13[3]の順に工程が進行する。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図11と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。
- [0124] 図12では、基板20上のパッド電極22の図示を略している。まず、図12[1]に示すように、受け容器30に基板20を入れる。そして、注ぎ容器31中で必要に応じはんだ組成物10を攪拌した後、注ぎ口32からはんだ組成物10を基板20上に滴下させる。すると、はんだ組成物10が自重で広がって均一な厚みになる。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物10の自然落下を利用できる。なお、印刷機や吐出機を用い

てはんだ組成物10を基板20上に塗布してもよい。

- [0125] なお、受け容器30は、リフロー工程で基板20とともに加熱するので、耐熱性があるて熱伝導が良く、かつはんだ粒子11によるはんだ濡れが生じない金属例えばアルミニウムからなる。また、受け容器30は、平板状の基板20を載置する平らな底面33と、はんだ組成物10の横溢を防止する周壁34とを有する。この場合は、受け容器30の底面33上に基板20が密接するので、熱伝導が向上する。なお、図1及び図3では受け容器30の図示を略している。
- [0126] また、滴下工程の途中又は後に、基板10を水平に回転させることによって、基板20上のはんだ組成物10を均一な厚みにしてもよい。基板10を水平に回転させるには、市販のスピンコート装置を用いればよい。
- [0127] 滴下工程の終了は、はんだ組成物10中に基板20が浸漬されるまで、はんだ組成物10を滴下するか否かによって二通りに分かれる。図12[2]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬しない場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚み $t_1$ は、はんだ組成物10の主に表面張力及び粘性によって決まる値である。一方、図12[3]は、はんだ組成物10中に基板20を浸漬する場合である。この場合、基板20上のはんだ組成物10の厚み $t_2$ は、滴下するはんだ組成物10の量に応じた所望の値に設定できる。
- [0128] 以上の滴下工程によって、図11に示すように、複数のパッド電極22が離間して設けられた基板20上に、はんだ組成物10がベタ塗りによって載置されたことになる。このとき、複数のバンブ電極22上及びこれらの間隙の保護膜27上を含む面に、全体的にはんだ組成物10が載置される。はんだ組成物10は、ちょうどインクのような状態である。
- [0129] 続いて、リフロー工程で、基板20及びはんだ組成物10の加熱が始まると、液状体12の粘性が低下する。すると、図13[1]に示すように、はんだ粒子11は、液状体12よりも比重が大きいので、沈降してパッド電極22上及び保護膜27上に積み重なる。
- [0130] 続いて、図13[2]に示すように、はんだ組成物10がはんだ粒子11の融点以上に加熱される。ここで、基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱しているので、はんだ組成物10は表面になるほど温度が低く基板20側になるほど温度が高くなる

。すると、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極22に濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合一する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。換言すると、リフロー工程では、最初にパッド電極22をはんだ粒子11の融点以上に加熱し、パッド電極22に接触しているはんだ粒子11を溶融して、パッド電極22に濡れ広がったはんだ皮膜23'を形成し、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11を合一させる。

[0131] また、このとき、液状体12に含まれる有機酸の作用によって、次のような状態が引き起こされる。まず、はんだ粒子11同士は合一が抑えられる。ただし、図13[2]では図示していないが、一部のはんだ粒子11同士は合一して大きくなる。つまり、はんだ粒子11同士は合一しても一定の大きさ以下であれば問題ない。一方、はんだ粒子11は、パッド電極20上に広がって界面に合金層を形成する。その結果、パッド電極20上にはんだ皮膜23'が形成され、はんだ皮膜23'に更にはんだ粒子11が合一する。すなわち、はんだ皮膜23'は成長して、図12[3]に示すようなはんだバンプ23となる。

[0132] なお、図13[3]において、はんだバンプ23の形成に使用されなかったはんだ粒子11は、残った液状体12とともに後工程で洗い落とされる。

[0133] また、リフロー工程では、はんだ組成物10にその表面側が低く基板20側が高くなるような温度差を設けることにより、基板20側に近いはんだ粒子11から先に沈降させてもよい。はんだ組成物10の表面側が低くはんだ組成物10の基板20側が高くなるような温度差を設けると、液状体12は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極22に近い下方のはんだ粒子11は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極22に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極22から遠い上方のはんだ粒子11は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子11同士で合一する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、例えば基板20上のはんだ組成物10を基板20側から加熱するとともに、はんだ組成物10の表面側から温調したり、液状体12の粘度の温度依存性とはんだ粒子11の融点との関係を調整したりすることにより、実現される。

- [0134] 更に、リフロー工程では、液状体12の対流を利用してはんだ粒子11をパッド電極2へ供給するようにしてもよい。はんだ組成物10を基板20側から加熱すると、液状体12に対流が発生し、これによりはんだ粒子11が液状体12中を動く。そのため、パッド電極22上に載置されなかったはんだ粒子11もパッド電極22上へ移動してはんだバンプ23の一部になる。したがって、はんだ粒子11が有効に利用される。
- [0135] 図14は、本発明の実施形態に係るはんだバンプ形成装置を示す概略断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図11乃至図13と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。なお「受け容器30」は「容器30」と略称する。
- [0136] 本実施形態のはんだバンプ形成装置50Aは、基板20上のはんだ組成物10を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するものであり、はんだ組成物10を基板20側から加熱する加熱手段40と、はんだ組成物10の温度を調節する温調手段60とを備えている。
- [0137] 加熱手段40は、主加熱源42、副加熱源43、ブLOW44、蓄熱部材45、熱風循環ダクト46、開口部47等からなる。主加熱源42及び副加熱源43は、例えば電熱ヒータである。蓄熱部材45は、例えばアルミニウムからなり、熱風41を通過させる多数の透孔48が形成されている。熱風41はブLOW44によって循環されている。すなわち、熱風41は、主加熱源42→蓄熱部材45→開口部47(容器30を加熱)→循環ダクト46→副加熱源43→熱風循環ダクト46→ブLOW44→主加熱源42の循環路を循環する。この加熱手段40は、熱風41を容器30に当てて加熱するので、熱伝導を利用するものに比べて、基板20全体をより均一に加熱できる。
- [0138] 温調手段60は、主温調源62、副温調源63、ブLOW64、蓄冷(又は蓄熱)部材65、循環ダクト66、開口部67、熱吸収板(又は輻射板)68等からなる。そして、温調手段60は温調媒体61として冷風を用いている。主温調源62及び副温調源63は、例えば冷却水クーラである。蓄冷部材65は、例えばアルミニウム材からなり、冷風61を通過させる多数の透孔69が形成されている。熱吸収板68は、例えばアルミニウム材からなり、はんだ組成物10側を黒体に近い状態とすることが望ましい。冷風61はブLOW64によって循環されている。すなわち、冷風61は、主温調源62→蓄冷(又は蓄熱)部材65→開口部67(熱吸収板68を冷却)→循環ダクト66→副温調源63→冷風循

環ダクト66→ブロワ64→主温調源62の循環路を循環する。熱吸収板68は、はんだ組成物10の熱を吸熱する機能を有しており、温調手段60の熱吸収板68以外の構成は、熱吸収板68の熱を吸熱することにより、熱吸収板68の吸熱機能を継続して発揮させる吸熱部を構成している。この場合、主温調源62、副温調源63は、温調媒体61を冷却する機能として作用する。以上の説明では、温調手段60は、はんだ組成物10の熱を奪ってはんだ組成物の表面側と基板側とに温度差を持たせる構成のものとして説明したが、これに限られるものではない。すなわち、温調手段60としては、はんだ組成物10に輻射熱により加熱する構成としてもよいものである。この場合、熱吸収板68は、はんだ組成物10を輻射熱により加熱する輻射板として機能し、この輻射板68以外の構成は、輻射板68を加熱することにより、輻射板68の加熱機能を継続して発揮させる加熱部を構成している。なお、温調手段60によりはんだ組成物10を加熱する場合、その加熱温度は、加熱手段40による加熱温度と同一或いは、それ以上に加熱するようにしてもよい。いずれの温調手段60も、はんだ組成物10に対して、冷風或いは熱風の温調媒体61を直接接触させない方式であるため、層状に堆積したはんだ組成物10に悪影響を与えることはない。

[0139] 次に、はんだバンプ形成装置50Aの動作を説明する。はんだ組成物10を基板20側から加熱手段40で加熱するとともに、はんだ組成物10の温度をその表面側から温調手段60で温調する。すると、はんだ組成物10は、基板20側ほど温度が高く表面側ほど温度が低い温度分布となる。このとき、前述したように、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。したがって、高密度かつ微細なはんだバンプを容易に形成できる。

[0140] 図15は、本発明に係るはんだバンプ形成装置の第二実施形態を示す概略断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図14と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。

[0141] 本実施形態のはんだバンプ形成装置50Bでは、図14における熱風41を利用する加熱手段40に代えて、熱伝導を利用する加熱手段71を用いている。加熱手段71は、例えばパネルヒータなどの電熱ヒータであり、容器30を直接載置し、熱伝導によって容器30を加熱する単純な構成である。バンプ形成装置70によれば、第一実施形



態に比べて構成を簡略化できる。

- [0142] なお、本発明は、言うまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、シリコンウエハ(FC)の代わりに、配線板(BGA)を用いてもよい。また、電極材料は、アルミニウムに限らず、Al-Si、Al-Si-Cu、Al-Cu、Cuなどを用いてもよい。

### 実施例 1

- [0143] 以下、本実施形態を更に具体化した実施例1について説明する。
- [0144] はんだ粒子は、組成が96.5wt%Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu(融点218℃)であり、直径が平均6 $\mu$ m(粒度分布2~11 $\mu$ m)のものを使用した。液状体には、脂肪酸エステル的一种(トリメチールプロパントリオレート)を使用した。この脂肪酸エステルの主な性状は、40℃での動粘度が48.3mm<sup>2</sup>/s、100℃での動粘度が9.2mm<sup>2</sup>/s、酸価が2.4である。有機酸は添加せずに、脂肪酸エステルに元々含まれる遊離脂肪酸を利用した。また、脂肪酸エステルは水分の影響を極力抑えるために水の蒸気圧以下での真空脱泡を行った。
- [0145] はんだバンプ形成用の基板には、10mm $\square$ のシリコンチップを使用した。シリコンチップ上には、80 $\mu$ mピッチのパッド電極が二次元アレイ状に形成されていた。パッド電極の形状は40 $\mu$ m $\square$ であった。パッド電極表面の材質は、無電解ニッケルめっき上に形成されたコンマ数ミクロンの膜厚の金めっきであった。保護膜の材質はシリコン窒化物であった。

### 図面の簡単な説明

- [0146] [図1]本発明に係る加熱装置の第一実施形態を示す概略断面図である。
- [図2]図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図である。
- [図3]図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例示す断面図(滴下工程)であり、図3[1]~図3[3]の順に工程が進行する。
- [図4]図1の加熱装置を用いたはんだバンプ形成方法の一例を示す断面図(リフロー工程)であり、図4[1]~図4[3]の順に工程が進行する。
- [図5]本発明に係る加熱装置の第二実施形態を示し、図5[1]は部分平面図、図5[2]は図5[1]におけるV-V線断面図である。
- [図6]本発明に係るリフロー装置の第一実施形態(加熱中)を示す平面図である。

[図7]本発明に係るリフロー装置の第一実施形態(搬送中)を示す平面図である。

[図8]図5のリフロー装置における搬送機構の全体を示す概略断面図である。

[図9]図5のリフロー装置における搬送機構の容器保持部を示す斜視図である。

[図10]図5のリフロー装置における制御系を示すブロック図である。

[図11]本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図である。

[図12]本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図(滴下工程)であり、図12[1]～図12[3]の順に工程が進行する。

[図13]本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図(リフロー工程)であり、図13[1]～図13[3]の順に工程が進行する。

[図14]本発明に係るはんだバンプ形成装置の第一実施形態を示す概略断面図である。

[図15]本発明に係るはんだバンプ形成装置の第二実施形態を示す概略断面図である。

## 符号の説明

- [0147]    10   はんだ組成物  
         11   はんだ粒子  
         12   液状体(液体材料)  
         20   基板  
         21   基板の表面  
         22   パッド電極  
         23   はんだバンプ  
         23'   はんだ皮膜  
         30   受け容器(容器)  
         31   注ぎ容器  
         32   注ぎ口  
         40, 71   加熱手段  
         41   熱風  
         50A, 50B   はんだバンプ形成装置

60 温調手段

61 冷風

70 リフロー装置

### 請求の範囲

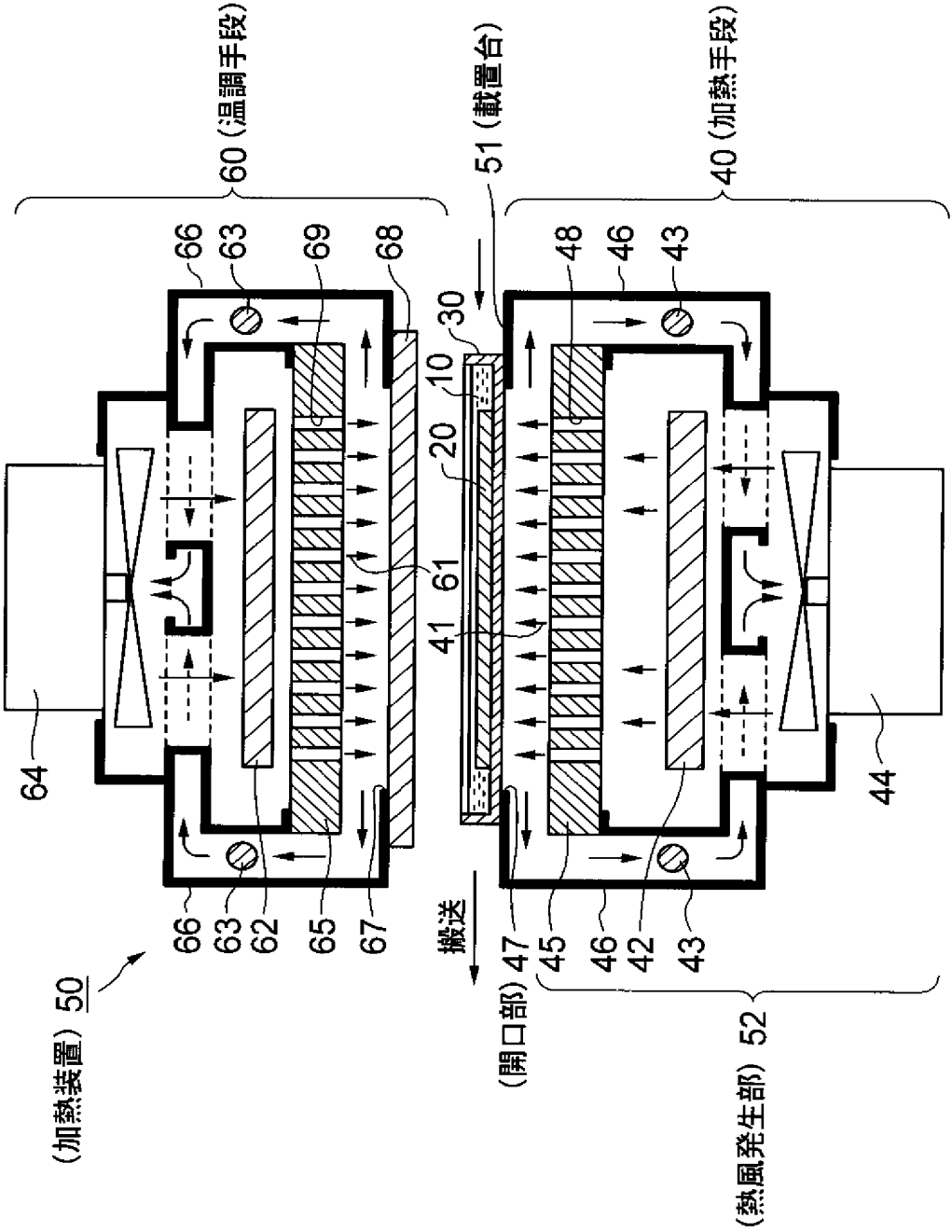
- [1] 基板又は基板を保持した治具が搭載される載置台と、  
前記載置台に形成され、前記基板又は前記治具を載置することにより、閉塞される開口部と、  
前記開口部を通して前記基板又は前記治具の下側に熱風を当てて加熱する加熱手段とを有することを特徴とする加熱装置。
- [2] 前記基板又は前記治具に当てた熱風を前記加熱手段側に帰還させる熱風循環路を備えたことを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。
- [3] 前記載置台の上方に位置し、前記基板の温度制御を行う温調手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。
- [4] 前記温調手段は、前記基板を輻射熱で加熱する輻射板と、前記輻射板を加熱する加熱部とを有することを特徴とする請求項3に記載の加熱装置。
- [5] 前記温調手段は、前記基板の熱を奪う熱吸収板と、前記熱吸収板を冷却する吸熱部とを有することを特徴とする請求項3に記載の加熱装置。
- [6] 前記基板又は前記治具を前記載置台に固定する押え機構を備えたことを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。
- [7] 前記治具は、液状はんだ組成物中に浸漬して基板を保持する容器であることを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。
- [8] 基板又は基板を保持した治具を予熱する少なくとも1つの予備加熱部と、  
前記予熱された基板又は前記治具を本加熱する少なくとも1つのリフロー部と、  
前記予備加熱部と前記リフロー部とに通して前記基板又は前記治具を搬送する搬送機構とを有し、  
前記予備加熱部及び前記リフロー部は、  
基板又は基板を保持した治具が搭載される載置台と、  
前記載置台に形成され、前記基板又は前記治具を載置することにより、閉塞される開口部と、  
前記開口部を通して前記基板又は前記治具の下側に熱風を当てて加熱する加熱手段とを有することを特徴とするリフロー装置。

- [9] 前記基板又は前記治具に当てた熱風を前記加熱手段側に帰還させる熱風循環路を備えたことを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [10] 前記載置台の上方に位置し、前記基板の温度制御を行う温調手段を備えたことを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [11] 前記温調手段は、前記はんだ組成物を輻射熱で加熱する輻射板と、前記輻射板を加熱する加熱部とを有することを特徴とする請求項10に記載のリフロー装置。
- [12] 前記温調手段は、前記はんだ組成物の熱を奪う熱吸収板と、前記熱吸収板を冷却する吸熱部とを有することを特徴とする請求項10に記載のリフロー装置。
- [13] 前記基板又は前記治具を前記載置台に固定する押え機構を備えたことを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [14] 前記治具は、液状はんだ組成物中に浸漬して基板を保持する容器であることを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [15] 前記予備加熱部および前記リフロー部に加えて、前記基板又は前記治具を徐冷する少なくとも1つの冷却部を設置したことを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [16] 前記予備加熱部と前記リフロー部と前記リフロー部とが同心円上に配列され、前記搬送機構は、回転運動により前記基板又は前記治具を前記予備加熱部及び前記リフロー部並びに前記冷却部に搬入・搬出することを特徴とする請求項15に記載のリフロー装置。
- [17] 前記搬送機構は、前記基板又は前記治具を昇降させて前記載置台に対して搭載・離脱させる上下動機構を有する請求項8に記載のリフロー装置。
- [18] 前記加熱手段は、前記基板又は前記治具が前記載置台に載置されていない状態で熱風の供給を停止する機能を有することを特徴とする請求項8に記載のリフロー装置。
- [19] 前記搬送機構は、前記基板又は前記治具を連続して前記予備加熱部及び前記リフロー部並びに搬送することを特徴とする請求項16に記載のリフロー装置。
- [20] 前記搬送機構は、ダミーワークを混在して前記基板又は前記治具を搬送することを特徴とする請求項19に記載のリフロー装置。

- [21] 複数のパッド電極が設けられた基板上のはんだ組成物を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するはんだバンプ形成装置において、  
前記はんだ組成物は、はんだ粒子と、フラックス成分を含むとともに常温又は加熱により液状になる液体材料との混合物からなるものであり、  
前記基板側から前記はんだ組成物を加熱する加熱手段を有することを特徴とするはんだバンプ形成装置。
- [22] 前記載置台の上方に位置し、前記はんだ組成物の温度制御を行う温調手段を備えたことを特徴とする請求項21に記載のはんだバンプ形成装置。
- [23] 前記温調手段は、前記はんだ組成物を輻射熱で加熱する輻射板と、前記輻射板を加熱する加熱部とを有することを特徴とする請求項22に記載のはんだバンプ形成装置。
- [24] 前記温調手段は、前記はんだ組成物の熱を奪う熱吸収板と、前記熱吸収板を冷却する吸熱部とを有することを特徴とする請求項22に記載のはんだバンプ形成装置。
- [25] 前記加熱手段は、前記基板の下側に熱風を当てて加熱することを特徴とする請求項21に記載のはんだバンプ形成装置。
- [26] 前記加熱手段は、前記基板の下側を熱伝導により加熱することを特徴とする請求項21に記載のはんだバンプ形成装置。
- [27] 前記基板は、容器内のはんだ組成物の中に浸漬され、  
前記加熱手段は、前記容器を通して前記基板側から前記はんだ組成物を加熱する請求項21に記載のはんだバンプ形成装置。
- [28] はんだ粒子と、フラックス成分を含むとともに常温又は加熱により液状になる液体材料との混合物からなるはんだ組成物を、複数のパッド電極を備えた基板に層状に堆積する塗布工程と、  
前記基板側から前記はんだ組成物を加熱してリフローするリフロー工程とを有することを特徴とするはんだバンプ形成方法。
- [29] 前記塗布工程では、  
前記複数のパッド電極及びこれらの間隙を含む面に全体的に前記はんだ組成物を堆積する請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。

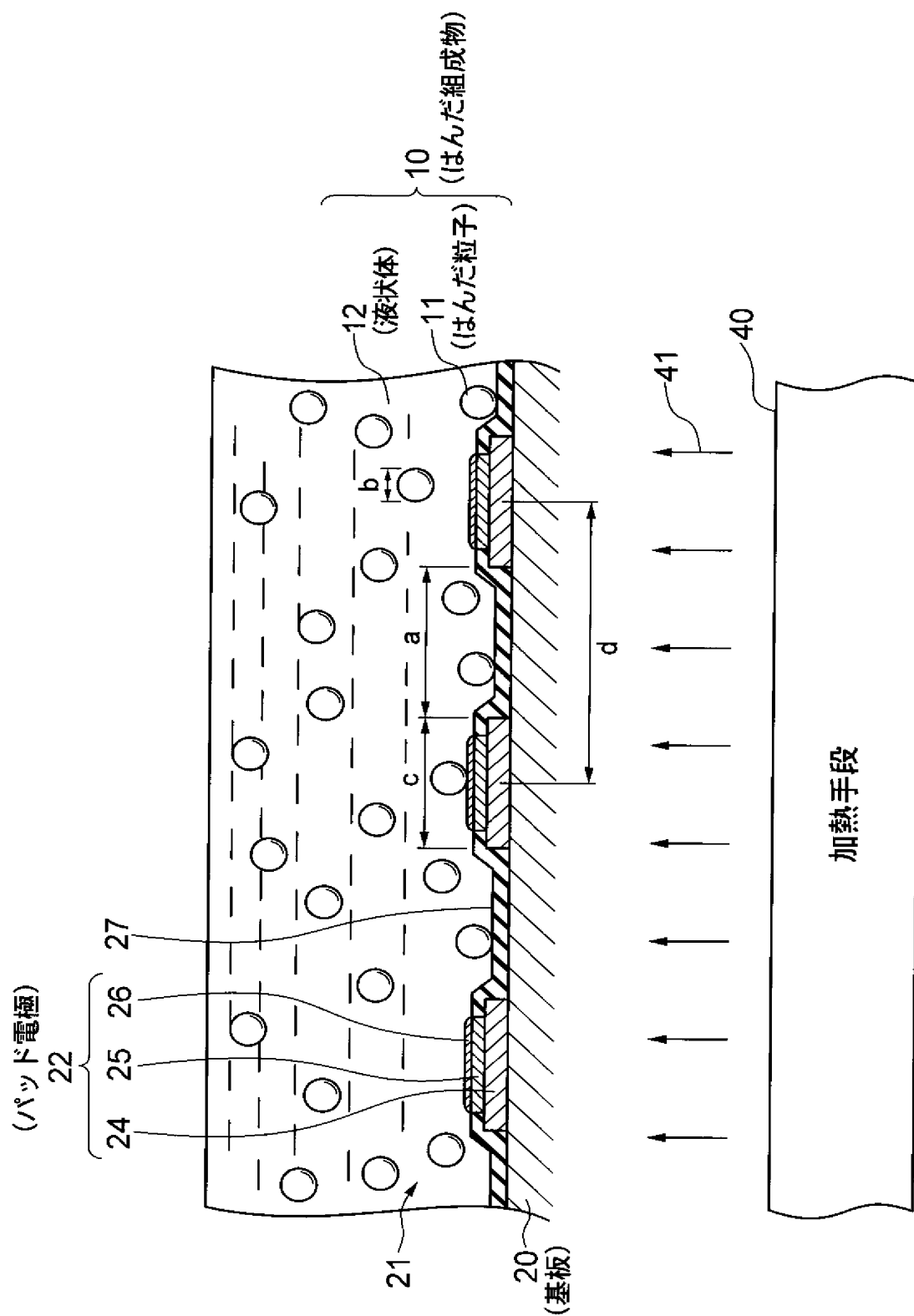
- [30] 前記リフロー工程では、  
前記はんだ組成物の表面側と基板側との加熱温度に温度差を持たせて、前記はんだ組成物を加熱する請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。
- [31] 前記リフロー工程では、  
前記はんだ組成物の表面側と基板側との加熱温度をほぼ同一にして、前記はんだ組成物を加熱する請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。
- [32] 前記リフロー工程では、  
前記パッド電極を前記はんだ粒子の融点以上に加熱し、当該パッド電極に接触している前記はんだ粒子を溶融して、当該パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更に前記はんだ粒子を合一させる請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。
- [33] 前記リフロー工程では、  
前記はんだ組成物の基板側の加熱温度がその表面側の加熱温度より高くなるように温度差を持たせて、前記基板側に近い前記はんだ粒子から先に沈降させる請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。
- [34] 前記リフロー工程では、  
前記はんだ組成物の基板側の加熱温度がその表面側の加熱温度より高くなるように温度差を持たせて、前記液体材料に対流を生じさせ、この対流により前記はんだ粒子の沈降を促進する請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。
- [35] 前記リフロー工程では、  
容器内の前記はんだ組成物中に前記基板を浸漬した状態で加熱する請求項28に記載のはんだバンプ形成方法。

[図1]



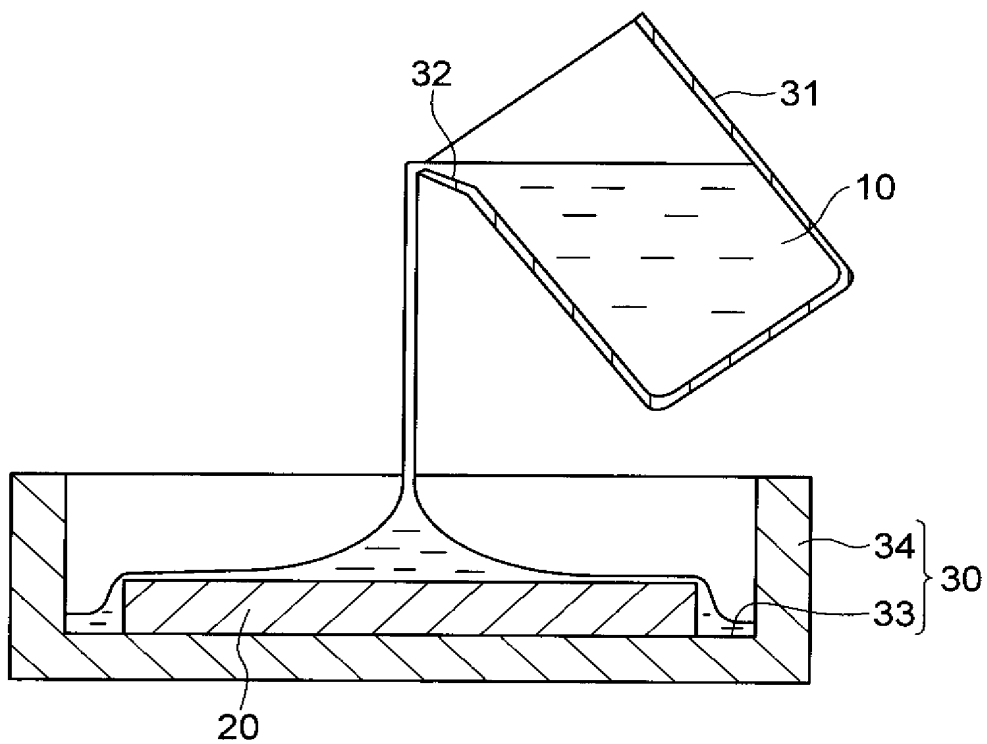


[図2]

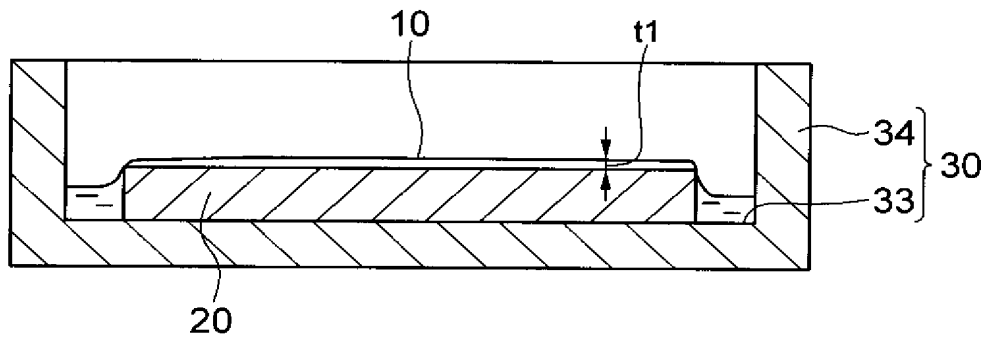


[図3]

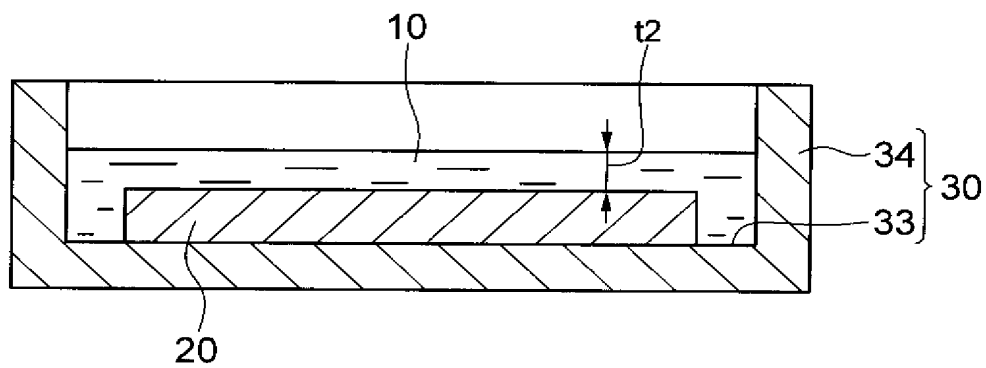
[1]



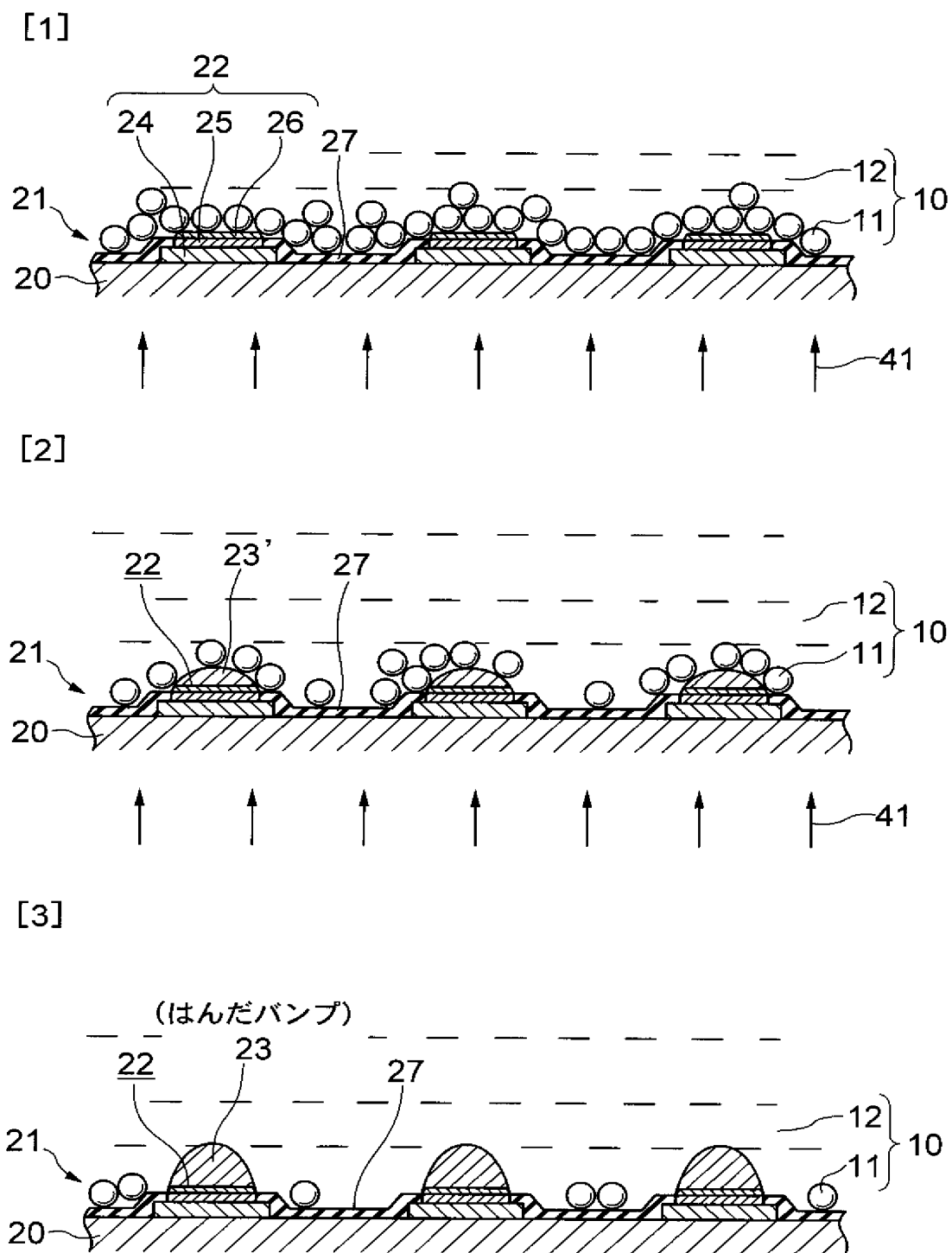
[2]



[3]

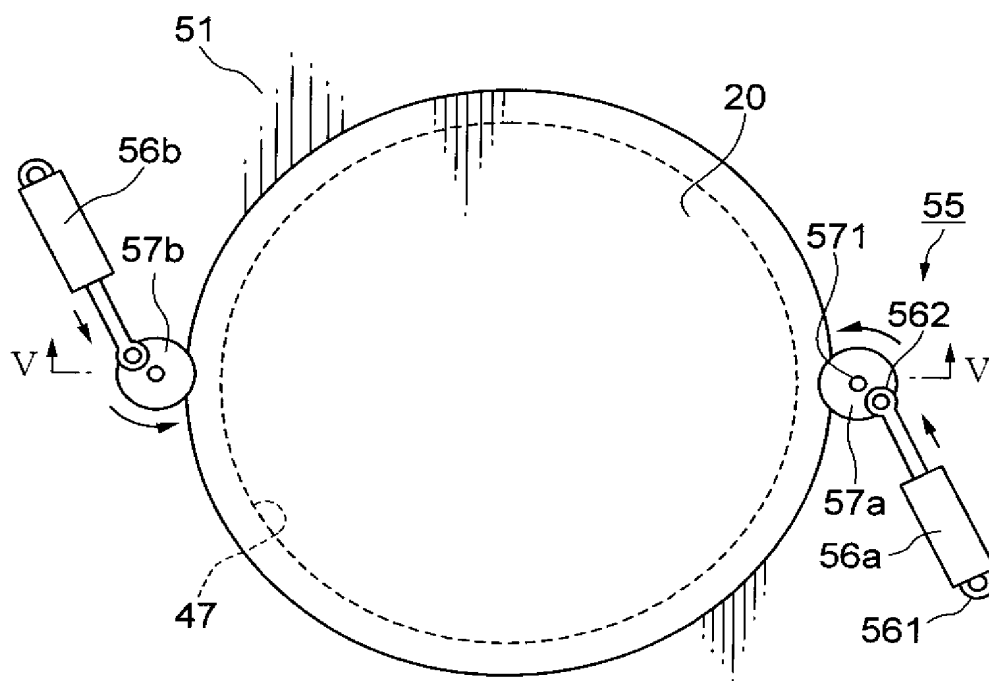


[図4]

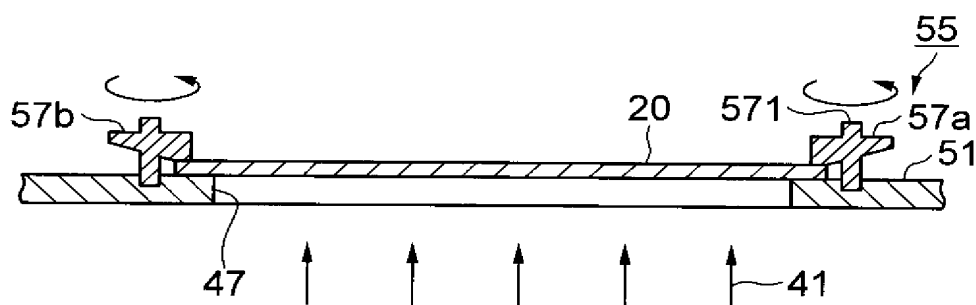


[図5]

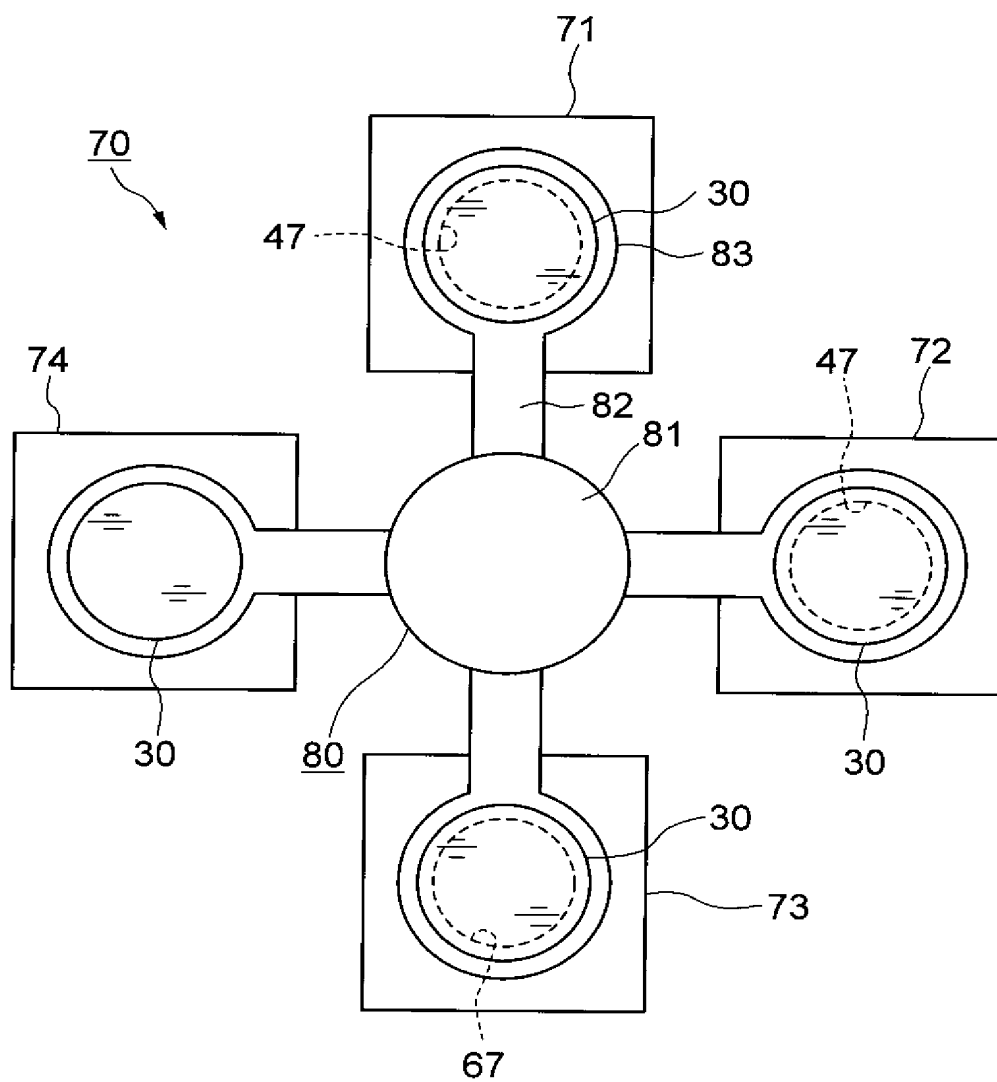
[1]



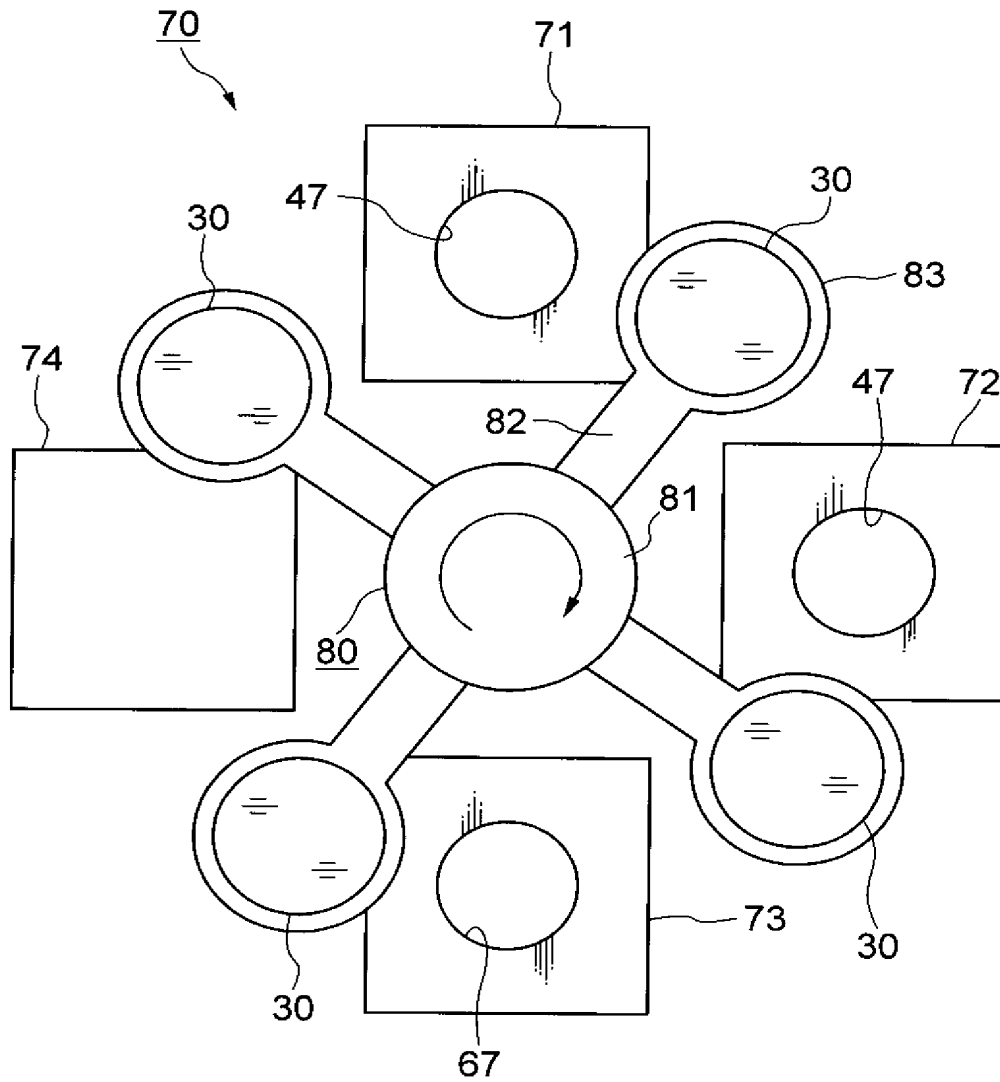
[2]



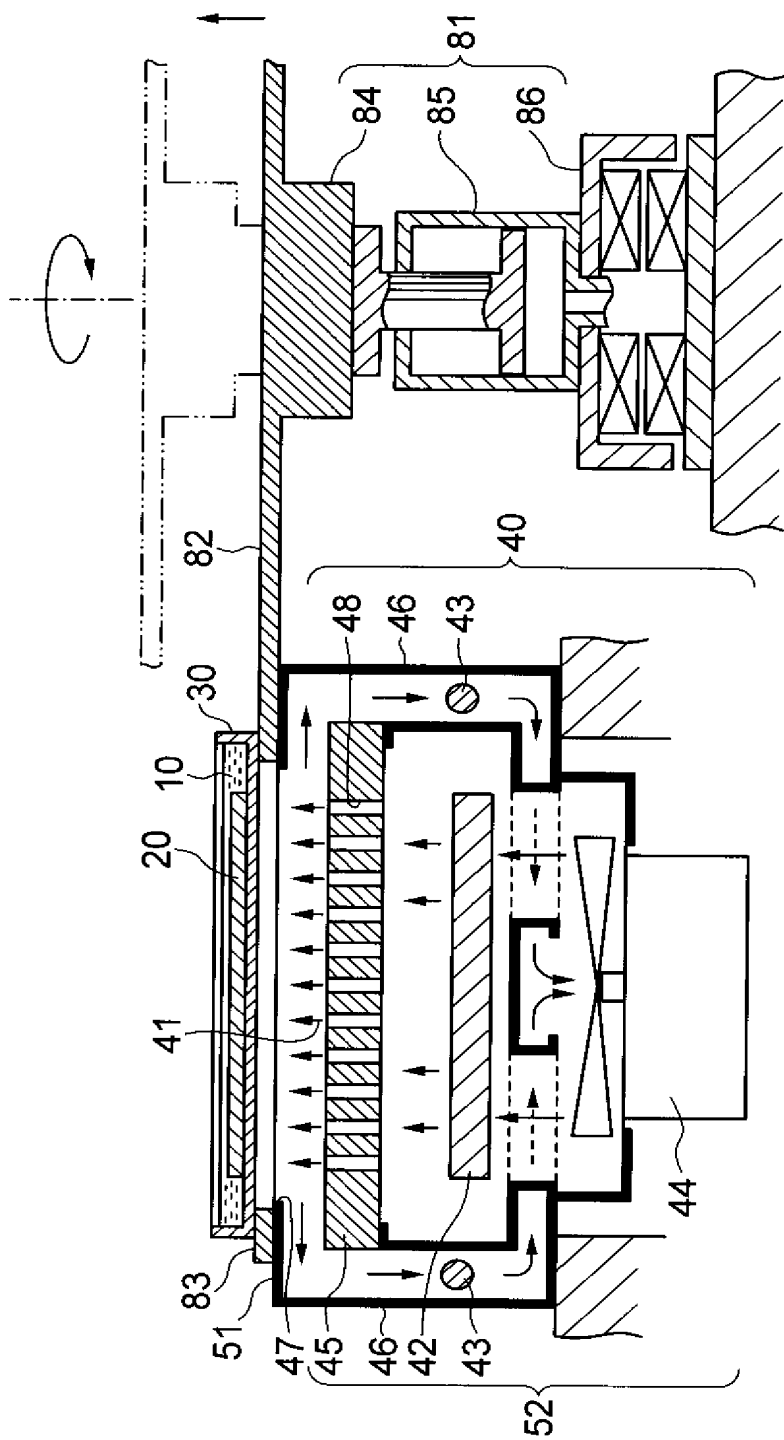
[図6]



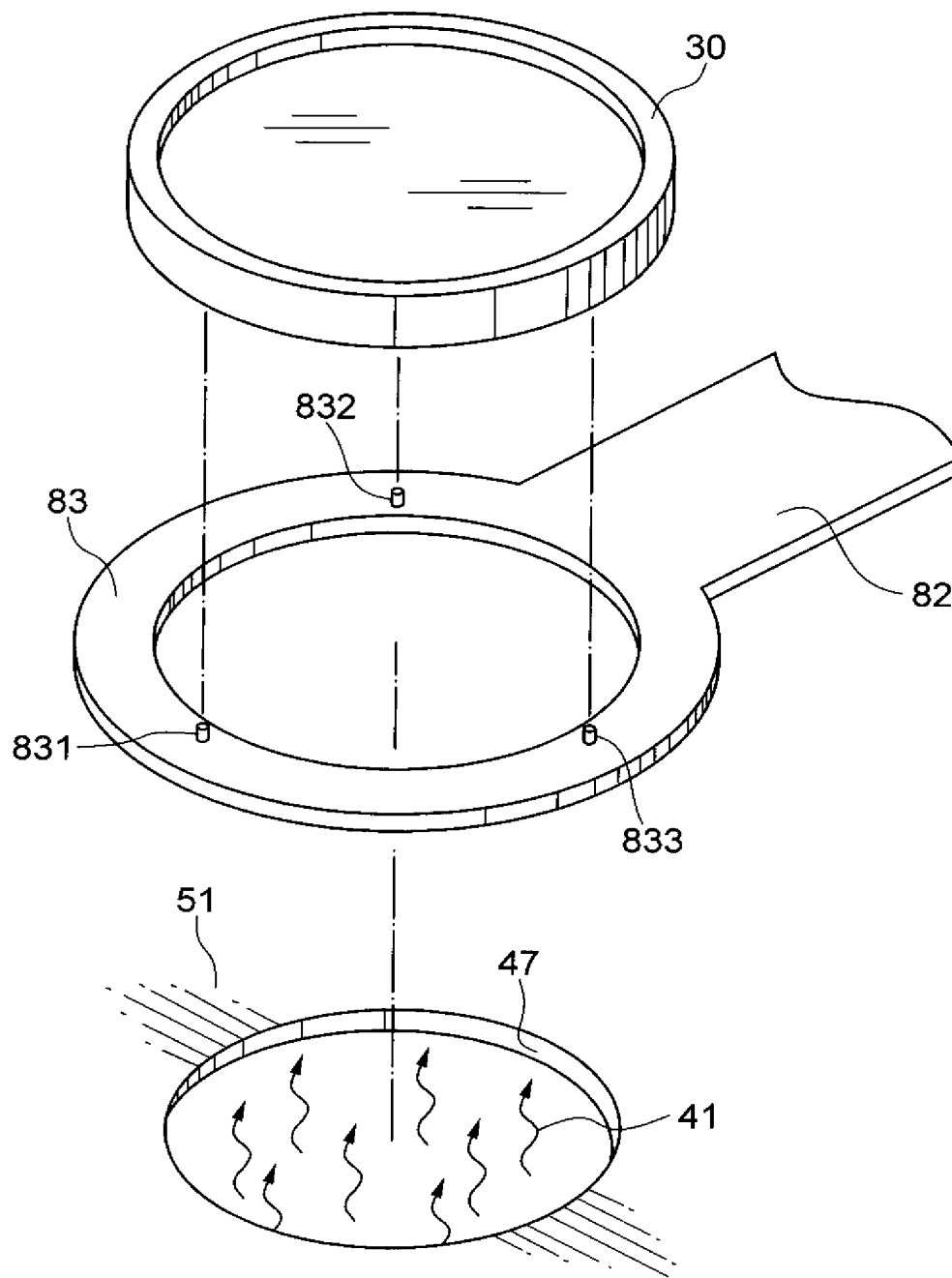
[図7]



[図8]

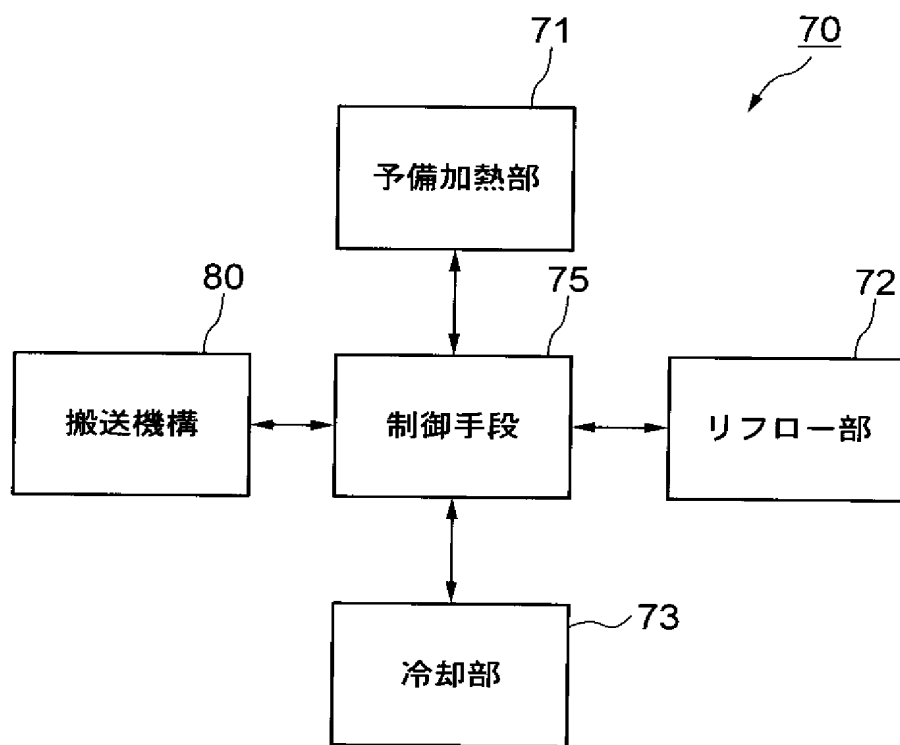


[図9]

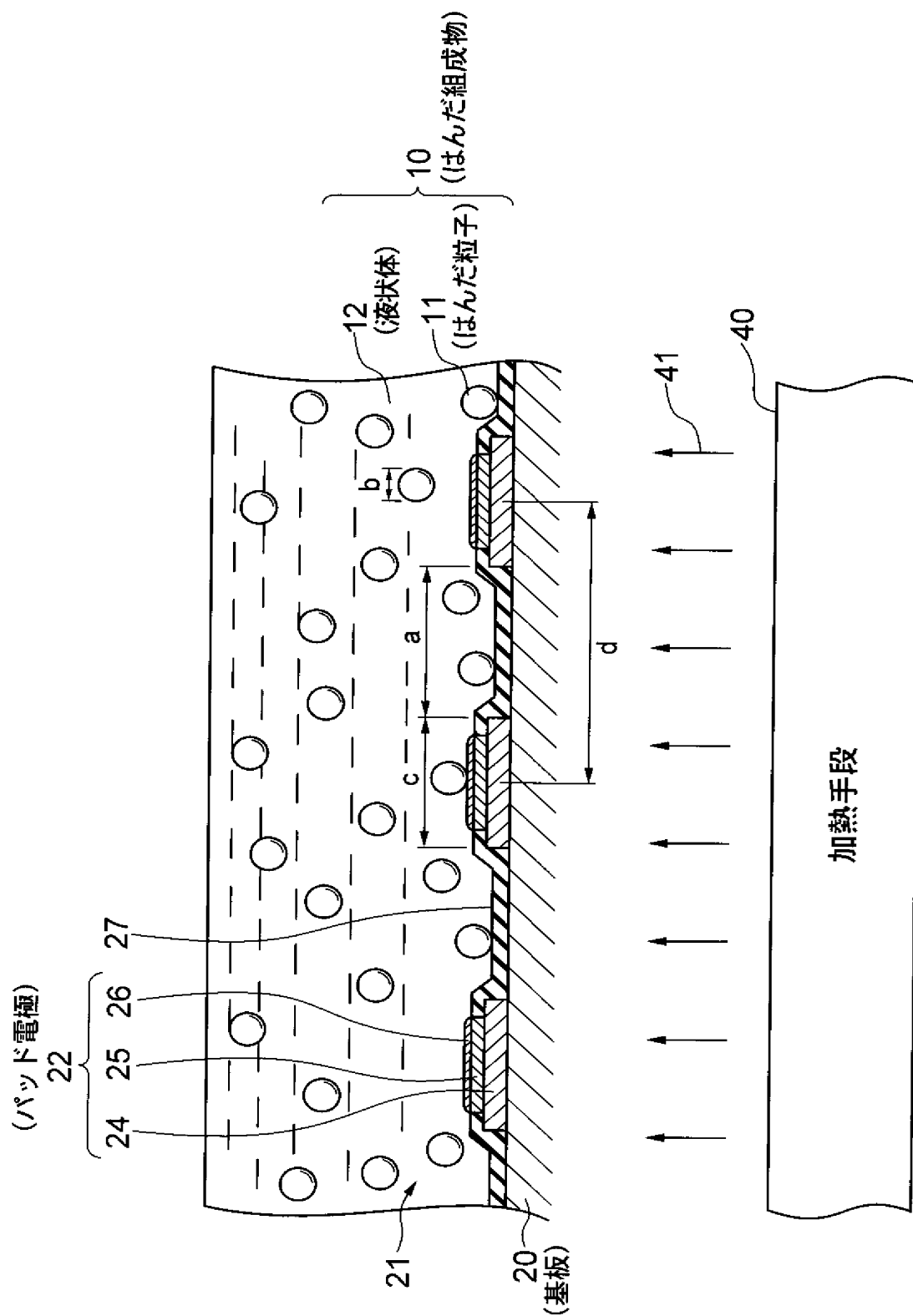




[図10]

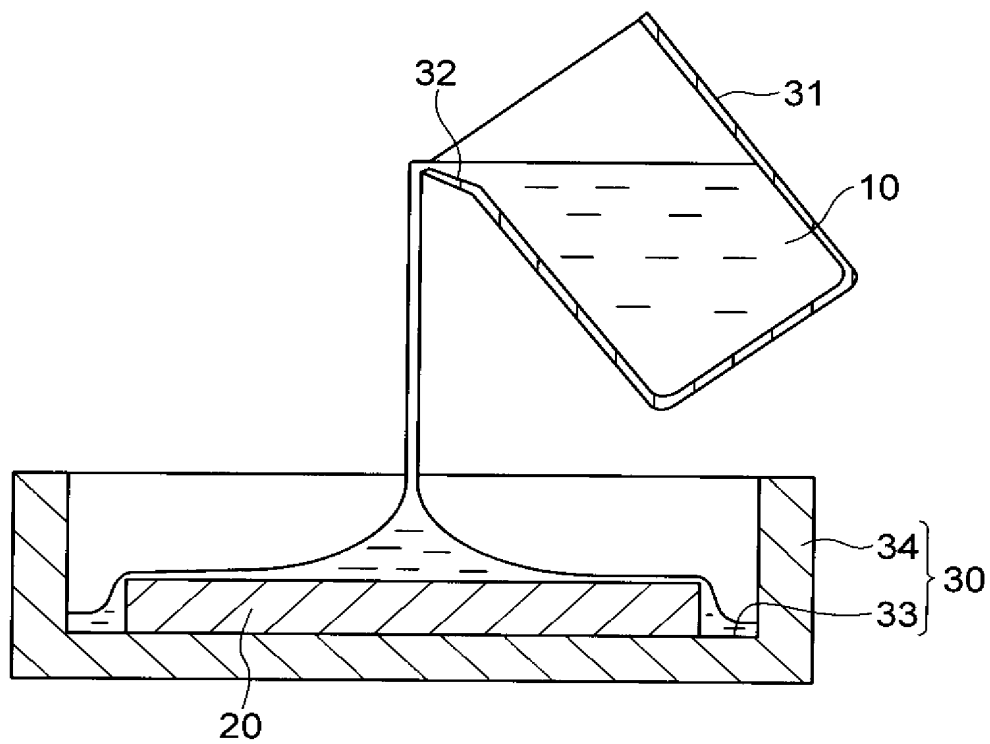


[図11]

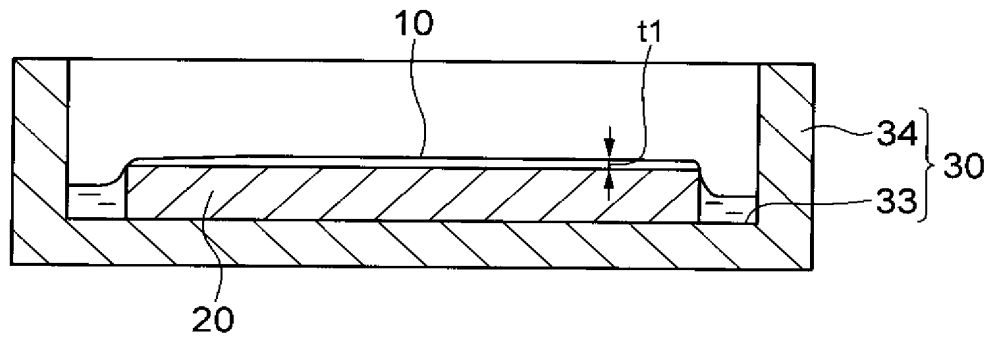


[図12]

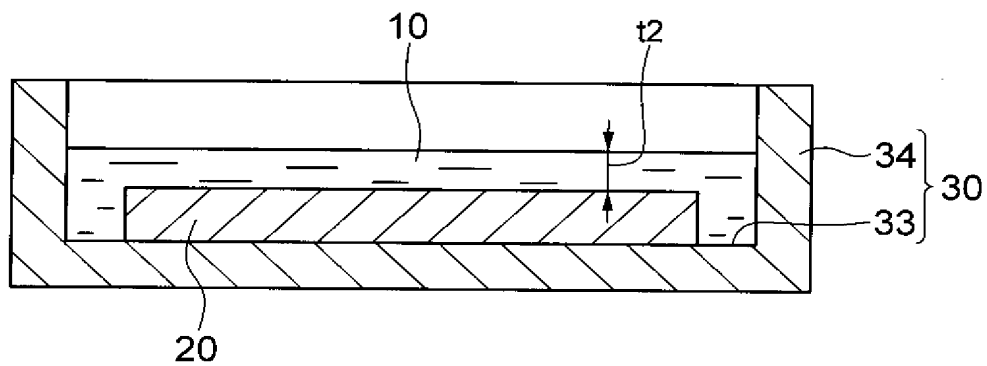
[1]



[2]

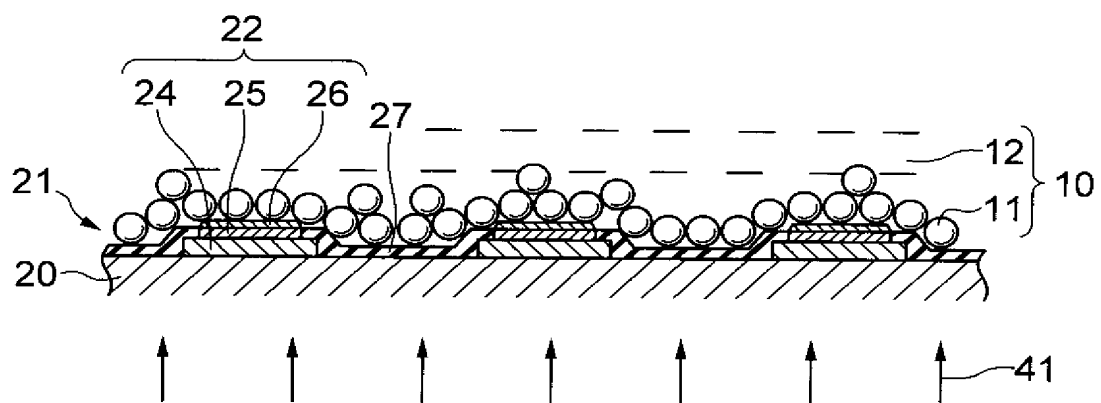


[3]

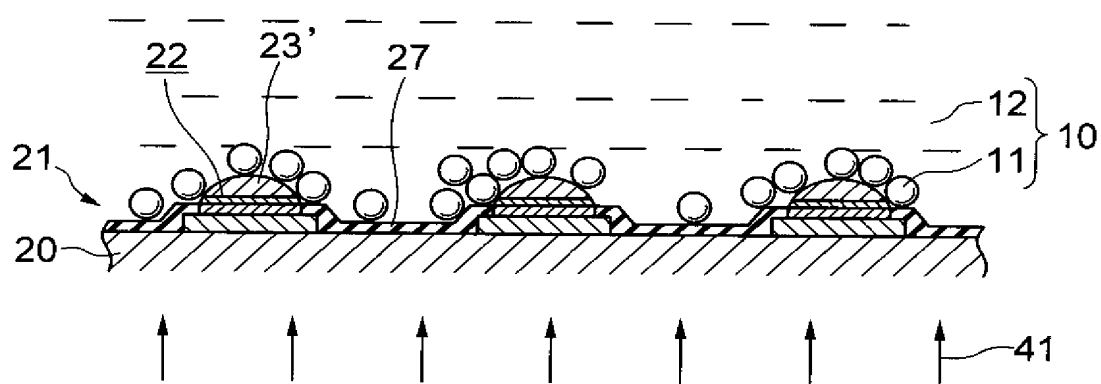


[図13]

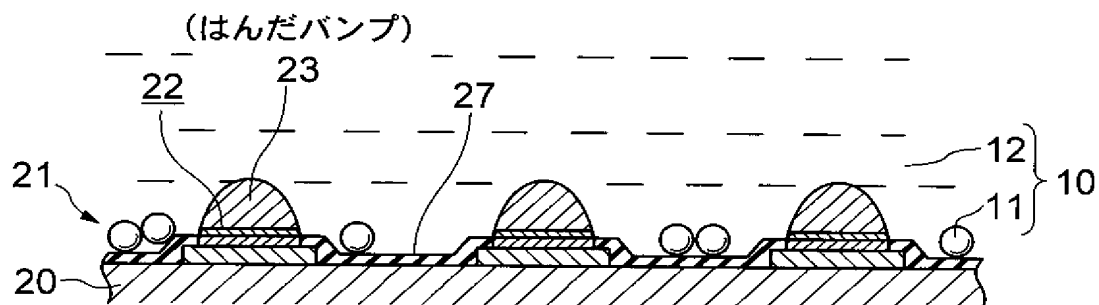
[1]



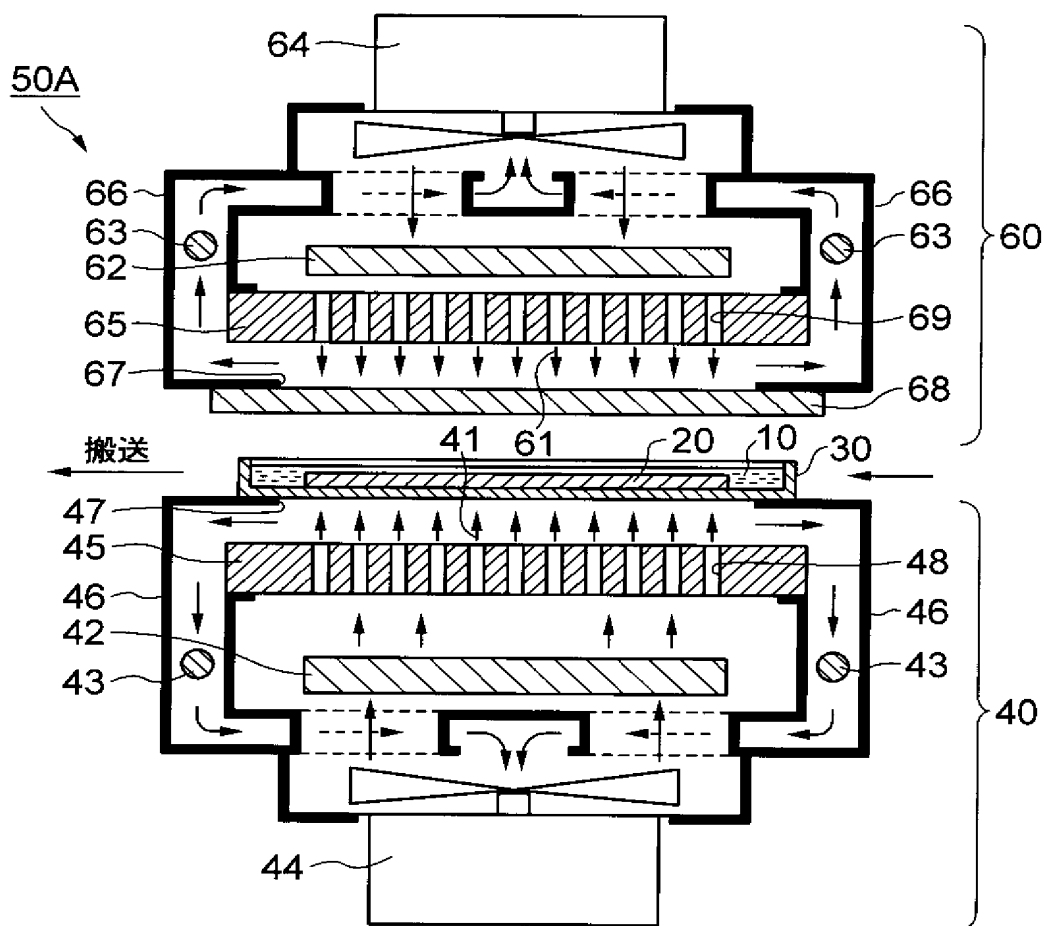
[2]



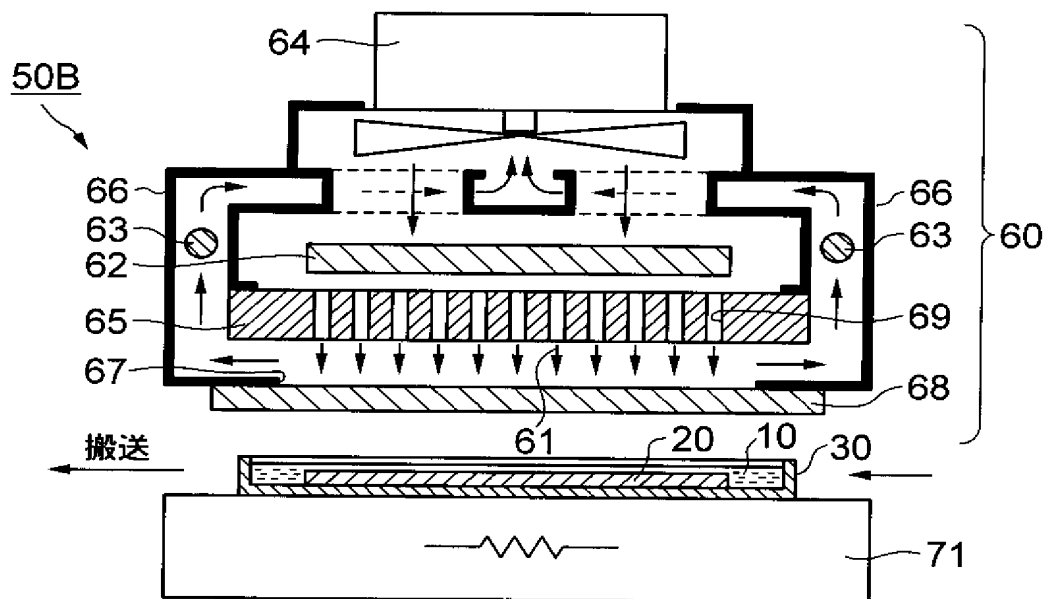
[3]



[図14]



[図15]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005909

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/60, F27D7/02, H01L23/12, H05K3/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/60, F27D7/02, H01L23/12, H05K3/34

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-68303 A (Nippon Dennetsu Keiki Kabushiki Kaisha), 09 March, 1999 (09.03.99), Full text; Figs. 1 to 6	21, 22, 25, 26, 28-34
A	Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-20, 23, 24, 27, 35
Y	JP 11-251737 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 September, 1999 (17.09.99), Full text; Figs. 1 to 10	21, 22, 25, 26, 28-34
A	Full text; Figs. 1 to 10 (Family: none)	1-20, 23, 24, 27, 35



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 June, 2005 (17.06.05)

Date of mailing of the international search report

05 July, 2005 (05.07.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005909

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-068848 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 16 March, 2001 (16.03.01), Full text; Figs. 1 to 3	21, 22, 25, 26, 28-34
A	Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	23, 24, 27, 35



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005909

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

"The special technical feature" of the inventions of claims 1-20 relates to an idea of "blowing hot air against the lower portion of a substrate or a jig through an opening made in a susceptor and closed when the substrate or the jig and heating the substrate or the jig". "The special technical feature" of the inventions of claims 21-35 relates to an idea of "heating a predetermined solder composition on a substrate provided with pad electrodes from the substrate side or reflowing the predetermined solder composition and forming a solder bump". Therefore, there is no technical relationship among these inventions involving one or more of the same or corresponding special technical feature. (Continued to extra sheet.)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005909

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Consequently, the inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/60, F27D7/02, H01L23/12, H05K3/34

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> H01L21/60, F27D7/02, H01L23/12, H05K3/34

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-68303 A (日本電熱計器株式会社) 1999.03.09, 全文, 図1-6	21, 22, 25, 26, 28-34
A	全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-20, 23, 24, 27, 35

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.06.2005

国際調査報告の発送日

05.7.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

市川 篤

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

4R

9544

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-251737 A (松下電器産業株式会社) 1999. 09. 17, 全文, 図 1-10	21, 22, 25, 26, 28-34
A	全文, 図 1-10 (ファミリーなし)	1-20, 23, 24, 27, 35
Y	JP 2001-068848 A (古河電気工業株式会社) 2001. 03. 16, 全文, 図 1-3	21, 22, 25, 26, 28-34
A	全文, 図 1-3 (ファミリーなし)	23, 24, 27, 35

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1—20に係る発明の「特別な技術的特徴」は、“基板又は治具を載置することにより閉塞される載置台の開口部を通して、前記基板又は前記治具の下側に熱風を当てて加熱すること”に関し、請求の範囲21—35に係る発明の「特別な技術的特徴」は“複数のパッド電極が設けられた基板上の所定のはんだ組成物を基板側から加熱及びリフローしてはんだバンプを形成すること”に関するものである。これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。